

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-024032

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/13

G02F 1/137

(21)Application number : 09-182463

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 08.07.1997

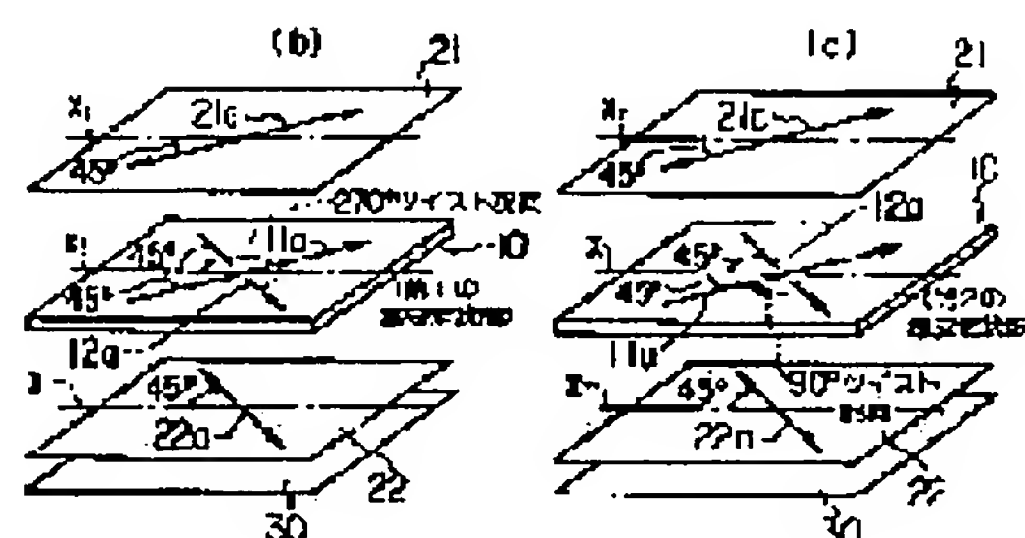
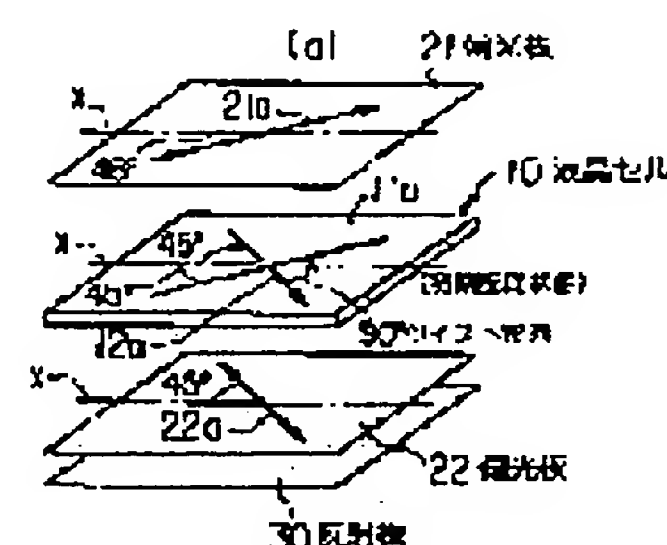
(72)Inventor : ONO TOSHIOMI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device which can be driven on a time-division basis with high duty even when display driving is performed by controlling the effective value of a driving voltage and can perform high-reliability display operation.

**SOLUTION:** The liquid crystal display device consists of a liquid crystal cell 10 which has liquid crystal molecules oriented into either of 1st and 2nd metastable states according to a metastable select voltage applied after a reset voltage is applied and changes in the orientation state in the metastable state according to the effective value of the driving voltage and polarizing plates 21 and 22; and electrooptic characteristics of the display device when the liquid crystal molecules are oriented into the 1st metastable state and electrooptic characteristics when the liquid crystal molecules are oriented into the 2nd metastable state are selectively used to make a display and a liquid crystal material having such properties that the viscosity is 30 to 45 cp and the elastic modulus ratio K33/K11 is 1.5 to 2.2 is used for the liquid crystal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The liquid crystal cell which pinched the pneumatic liquid crystal layer between the substrates of a pair with which the electrode was formed in each field which counters mutually, It has at least one polarizing plate of this liquid crystal cell arranged at least at the front-face side. Said liquid crystal layer After impressing the reset electrical potential difference to which orientation of the liquid crystal molecule is carried out so that the molecule major axis may become almost perpendicular to a substrate side to inter-electrode [ of the substrate of said pair ], By impressing alternatively either of the 2nd different metastable-state selection electrical potential difference from the 1st metastable-state selection electrical potential difference of a value lower than it, and this 1st metastable-state selection electrical potential difference Orientation is carried out to either of the 2nd metastable state which carries out orientation in the state of the orientation where a liquid crystal molecule differs from the 1st metastable state which carries out orientation in the predetermined condition, and this 1st metastable state. Have the property that the orientation condition of said liquid crystal molecule changes with the electric-field induction of the liquid crystal molecule according to the actual value of the driver voltage in each of the 1st and 2nd metastable states, and said pneumatic liquid crystal is set to a room temperature. The liquid crystal display with which viscosity is characterized by consisting of a liquid crystal ingredient which 30 or more cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  show 1.5 or more physical properties.

[Claim 2] As for said liquid crystal layer, a liquid crystal molecule has un-twisting or the initial orientation condition of spray orientation carried out twist orientation in one direction on the basis of the orientation processing direction of one of substrates by about 0 degree - about 180 degrees angle of torsion. The orientation condition which the liquid crystal molecule could twist about 180 degrees of said 1st metastable state further in one [ said ] direction from said initial orientation condition, it carried out orientation, and canceled spray distortion, and said 2nd metastable voice The liquid crystal display according to claim 1 characterized by being in the orientation condition in which the liquid crystal molecule could twist about 180 degrees of one [ said ] directions to hard flow, carried out orientation from said initial orientation condition, and canceled spray distortion.

[Claim 3] The viscosity of said liquid crystal ingredient is a liquid crystal display given in any of claim 1 characterized by being the range of 30 - 45cp, and the range of the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  being 1.5-2.2, or claim 2 they are.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the liquid crystal display which enabled the time-sharing drive by high duty.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thing of the transparency mold displayed using the light from a back light and the thing of the reflective mold displayed using outdoor daylight, such as the natural light and indoor illumination light, are shown in a liquid crystal display. These liquid crystal displays arrange a polarizing plate to a front-face and rear-face side on both sides of a liquid crystal cell, and the liquid crystal display of a reflective mold arranges a reflecting plate, and is constituted at the rear-face side of a background polarizing plate. In addition, the thing equipped only with one polarizing plate is also shown in the liquid crystal display of a reflective mold, and a polarizing plate is arranged to the front-face side of a liquid crystal cell, and this reflective mold liquid crystal display arranges a reflecting plate, and is constituted at the rear-face side of said liquid crystal cell.

[0003] The liquid crystal cell used for these liquid crystal displays has the composition which pinched liquid crystal between the substrates of the pair by which orientation processing was performed on the field in which the electrode was formed, respectively while an electrode is formed in each field which counters mutually, and the molecule of liquid crystal is regulated with said orientation film, and is carrying out the orientation of the direction [ / near each substrate ] of orientation in the state of predetermined orientation (for example, twist orientation condition).

[0004] The above-mentioned liquid crystal display impresses the driver voltage according to an indicative data to inter-electrode [ of each pixel section of a liquid crystal cell ], if the display drive is carried out and an electrical potential difference is impressed to inter-electrode [ said ], an orientation condition will be changed so that a liquid crystal molecule may recover from the electrical-potential-difference initial orientation condition of not impressing, to a substrate side, and transparency of light will be controlled according to the orientation condition.

[0005] by the way -- although what uses the liquid crystal cell of a simple matrix method, and the thing using the liquid crystal cell of an active-matrix method are shown in the above-mentioned liquid crystal display -- the structure of a liquid crystal cell -- \*\*\*\* -- it is easy and a simple matrix method is advantageous at the point of being obtained by low cost.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the liquid crystal display using the liquid crystal cell of a simple matrix method By controlling by impression of the inter-electrode (between a scan electrode and signal electrodes) write-in electrical potential difference of each pixel section of a liquid crystal cell the actual value of the driver voltage impressed to a liquid crystal layer Since the orientation condition of said liquid crystal molecule by the electric-field induction of the liquid crystal molecule according to the actual value of said driver voltage is changed and a display drive is carried out, When performing the display which controls the transparency condition of light gradually and the number of time sharing increases, it becomes impossible to take the large difference of the actual value corresponding to each phase. To eye others When it is going to carry out a time-sharing drive by high duty, the operating voltage margin at the time of driving a liquid crystal cell (difference of the actual value of the electrical potential difference for displaying each gradation) becomes small, and a clear gradual display becomes impossible.

[0007] For this reason, the time-sharing drive by high duty was difficult for the liquid crystal display using the liquid crystal cell of a simple matrix method, therefore it was difficult the liquid crystal display to make



[ many ] the number of pixels and to achieve highly minute-ization of a display image.

[0008] It aims at offering the liquid crystal display to which a reliable display action can be made to perform while this invention enlarges an operating voltage margin to that drive duty, enables the time-sharing drive by high duty and realizes the display of a highly minute image with many pixels, using the liquid crystal cell which controls and drives the actual value of driver voltage.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The liquid crystal cell which pinched the pneumatic liquid crystal layer between the substrates of a pair with which the electrode was formed in each field where the liquid crystal display of this invention counters mutually, It has at least one polarizing plate of this liquid crystal cell arranged at least at the front-face side. Said liquid crystal layer After impressing the reset electrical potential difference to which orientation of the liquid crystal molecule is carried out so that the molecule major axis may become almost perpendicular to a substrate side to inter-electrode [ of the substrate of said pair ], By impressing alternatively either of the 2nd different metastable-state selection electrical potential difference from the 1st metastable-state selection electrical potential difference of a value lower than it, and this 1st metastable-state selection electrical potential difference Orientation is carried out to either of the 2nd metastable state which carries out orientation in the state of the orientation where a liquid crystal molecule differs from the 1st metastable state which carries out orientation in the predetermined condition, and this 1st metastable state. Have the property that the orientation condition of said liquid crystal molecule changes with the electric-field induction of the liquid crystal molecule according to the actual value of the driver voltage in each of the 1st and 2nd metastable states, and said pneumatic liquid crystal is set to a room temperature. Viscosity is characterized by 30 or more cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{11}/K_{33}$  consisting of a liquid crystal ingredient in which 1.5 or more physical properties are shown.

[0010] The liquid crystal display of this invention carries out orientation of the liquid crystal molecule to the above 1st and the 2nd one of metastable states. When the orientation condition of the liquid crystal molecule in each metastable state is changed according to the actual value of driver voltage, the transparency condition of light is controlled and the 1st metastable state is chosen When a liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out orientation, and a polarizing plate in said 1st metastable state and chooses the 2nd metastable state, a liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out orientation, and a polarizing plate in said 2nd metastable state.

[0011] That is, this liquid crystal display can perform control of two or more transparency conditions of the transparency conditions which have the electro-optics property of two displays that the orientation conditions of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell differ mutually, therefore it is going to control gradually using one electro-optics property, and can perform control of two or more of other transparency conditions using the electro-optics property of another side.

[0012] For this reason, when using one [ said ] electro-optics property for the whole page rank of a transparency condition according to this liquid crystal display, It can distribute at when choosing the 1st metastable state and controlling the transparency condition of light, and when [ when using the electro-optics property of said another side (i.e., when choosing the 2nd metastable state and controlling the transparency condition of light) ]. That is, to eye others Since the number of phases driven by each metastable state decreases, the time-sharing drive of the small number of phases can be performed in each metastable state.

[0013] Therefore, according to this liquid crystal display, using the liquid crystal cell which controls and drives the actual value of driver voltage, an operating voltage margin can be enlarged to that drive duty, the time-sharing drive by high duty is enabled, and the display of a highly minute image with many pixels can be realized.

[0014] And it sets to the liquid crystal display of this invention. Since viscosity uses for the pneumatic liquid crystal of said liquid crystal cell the liquid crystal ingredient which 30 or more cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  show 1.5 or more physical properties in the room temperature, The stability of the orientation condition of the liquid crystal molecule in the 1st and 2nd metastable states of the above being high, therefore maintaining the selected metastable state certainly The orientation condition of a liquid crystal molecule can be changed with the actual value of the driver voltage in the metastable state, and a reliable display action can be made to perform.

[0015]

[Embodiment of the Invention] The 1st and the 2nd one of the metastable states to which a liquid crystal molecule carries out orientation of the liquid crystal display of this invention by alternative impression of

the 1st after impressing a reset electrical potential difference, or the 2nd metastable selection electrical potential difference, The liquid crystal cell equipped with the liquid crystal layer which changes orientation into the orientation condition by the electric-field induction according to the actual value of the driver voltage after the metastable state was chosen is used. By controlling said the 1st and 2nd metastable state, and the orientation condition according to the actual value of driver voltage As the transparency condition of light is controlled in two or more phases in each of said 1st and 2nd metastable states, while enabling the time-sharing drive by high duty To said liquid crystal, in a room temperature, when 30 or more cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  use the liquid crystal ingredient in which 1.5 or more physical properties are shown, viscosity The orientation condition of a liquid crystal molecule is changed with the actual value of the driver voltage in the metastable state, maintaining the selected metastable state certainly, and it is made to make a reliable display action perform.

[0016] In the liquid crystal display of this invention the liquid crystal layer of said liquid crystal cell A liquid crystal molecule has un-twisting or the initial orientation condition of spray orientation carried out twist orientation in one direction on the basis of the orientation processing direction of one of substrates by about 0 degree - about 180 degrees angle of torsion. The orientation condition which the liquid crystal molecule could twist about 180 degrees of said 1st metastable state further in one [ said ] direction from said initial orientation condition, it carried out orientation, and canceled spray distortion, and said 2nd metastable voice It is in the orientation condition which the liquid crystal molecule could twist about 180 degrees of one [ said initial orientation condition to / said ] directions to hard flow, carried out orientation, and canceled spray distortion.

[0017] Moreover, as for the viscosity of said liquid crystal ingredient, in the liquid crystal display of this invention, it is desirable to be the range of 30 - 45cp, and for the range of the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  to be 1.5-2.2.

[0018]

[Example] Hereafter, the example which applied this invention to the liquid crystal display of a reflective mold is explained with reference to a drawing. Drawing 1 is the perspective view showing the basic configuration of the liquid crystal display by the 1st example of this invention, in (a), an initial orientation condition and (b) show the 1st metastable state, and (c) shows the 2nd metastable state. Drawing 2 is the sectional view of said liquid crystal display.

[0019] The liquid crystal display of this example arranges a reflecting plate 30 behind the polarizing plate 22 on a background, connects the drive system 40 for driving this liquid crystal cell 10 to said liquid crystal cell 10 further, and is constituted while arranging polarizing plates 21 and 22 to a that front-face and rear-face side on both sides of a liquid crystal cell 10, as shown in drawing 1 and drawing 2 .

[0020] The above-mentioned liquid crystal cell 10 pinches liquid crystal 18 between the transparence substrate 11 of a front flesh-side pair with which the orientation film 15 and 16 which performed orientation processing was formed on it like drawing 2 while transparent electrodes 13 and 14 were formed in the inside, and 12. The substrates 11 and 12 of said pair are joined through the frame-like sealant 17, and liquid crystal 18 is enclosed with both the substrates 11 and the field surrounded by said sealant 17 between 12. In addition, said orientation film 15 and 16 is level orientation film which consists of polyimide etc., and orientation processing is carried out by carrying out rubbing of the film surface in the predetermined direction.

[0021] This liquid crystal cell 10 is the thing of a simple matrix type, and is two or more signal electrodes which two or more scan electrodes which the transparent electrode 13 prepared in that side front substrate 11 was made for there to be along an one direction (for it to set to drawing 2 and to be a longitudinal direction), and were formed, and the transparent electrode 14 prepared in the background substrate 12 were made to meet in the direction which intersects perpendicularly with said scan electrode 13 mostly, and were formed.

[0022] Furthermore, as for the pneumatic liquid crystal used in this example, in the room temperature, viscosity consists of a liquid crystal ingredient which 30 or more cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  show 1.5 or more physical properties using the pneumatic liquid crystal which this liquid crystal cell 10 added the chiral agent to that liquid crystal 18, and gave the twist stacking tendency.

[0023] The viscosity of said liquid crystal ingredient is the range of 30 - 45cp desirably, and the range of the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  is 1.5-2.2 desirably. The liquid crystal layer of said liquid crystal cell 10 has a liquid crystal molecule in non-twisting orientation (angle of torsion is 0-degree orientation) or the spray orientation condition which carried out twist orientation by 0 degree - 180 degrees angle of torsion in one direction on the basis of the orientation processing direction of one of substrates in the state of initial



orientation.

[0024] This liquid crystal cell 10 and by impressing the selection electrical potential difference of a predetermined value lower than it after impressing the reset electrical potential difference of sufficient high electrical-potential-difference value which a liquid crystal molecule starts in that liquid crystal layer almost perpendicularly, and carries out orientation to it to the 11 or 12th page of a substrate A liquid crystal molecule will be in the 1st metastable state which could twist about 180 degrees further from the initial orientation condition in one [ said ] direction (the same direction as the direction of twist orientation in an initial orientation condition), carried out twist orientation, and canceled spray distortion. By moreover, impression of the selection electrical potential difference of other predetermined values lower than after impression of said reset electrical potential difference, and it While a liquid crystal molecule will be in the 2nd metastable state which carried out twist orientation from said initial orientation condition at the include angle twisted about 180 degrees with one [ said ] direction to hard flow (direction contrary to the direction of twist orientation in the 1st metastable state), and canceled spray distortion It has the orientation condition in which induction was carried out by the electric field from which the orientation condition of the liquid crystal molecule in said 1st and 2nd metastable states changes according to the actual value of the driver voltage impressed according to an indicative data.

[0025] In this example, angle of torsion of the liquid crystal molecule in said initial orientation condition is made into about 90 degrees. In addition, therefore, said 1st metastable state It is in the condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation in one direction by about 270-degree angle of torsion on the basis of the orientation processing direction of one of substrates. The 2nd metastable state It is in the condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation in the direction contrary to said 1st metastable state by about 90-degree angle of torsion on the basis of the orientation processing direction of one [ said ] substrate.

[0026] In drawing 1, 11a and 12a show the orientation processing direction (the direction of rubbing of the orientation film 15 and 16) of both the substrates 11 and 12 of a liquid crystal cell 10. In this example Are the direction which looked at the orientation film 15 of the side front substrate 11 from the front-face side to the axis of abscissa x of the screen of a liquid crystal display, and shifted in the counterclockwise direction about 45 degrees, and orientation processing is carried out in the direction which goes to the upper right from the lower left of said screen. It is the direction which looked at the orientation film 16 of the background substrate 12 from the front-face side to said axis of abscissa x, and shifted in the clockwise direction about 45 degrees, and orientation processing is carried out in the direction which goes to the lower right from the upper left of said screen. That is, the orientation processing directions 11a and 12a of both the substrates 11 and 12 are directions which intersect perpendicularly mostly mutually.

[0027] Moreover, in this example, what added the chiral agent which sees from a front-face side and has a counterclockwise twist stacking tendency as the above-mentioned liquid crystal 18 is used, therefore in the state of initial orientation, the liquid crystal molecule of this liquid crystal cell 10 has spray distortion, looks at it from a front-face side, and is carrying out twist orientation in the direction of left-handed rotation (the direction of torsion by the chiral agent given) according to about 90-degree angle of torsion.

[0028] While a liquid crystal molecule carries out orientation of this initial orientation condition along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is in the spray orientation condition which carried out twist orientation by about 90-degree angle of torsion in the direction of torsion shown in (a) of drawing 1 by the broken-line arrow head, i.e., the direction given by the chiral agent, on the basis of orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a.

[0029] The above-mentioned initial orientation condition is in the condition which is not actually used for a display, orientation of the above-mentioned liquid crystal cell 10 is carried out to the 1st and 2nd metastable states which mentioned above the orientation condition of the liquid crystal molecule of each of that pixel section, and a display drive is carried out.

[0030] The 1st metastable state of the above, and the 2nd metastable state Are in the condition which about 180 degrees of angle of torsion of a liquid crystal molecule changed from said initial orientation condition, and canceled spray distortion, and it is based on orientation processing direction 12a of said background substrate 12. If angle of torsion to hard flow (direction which loosens torsion by the chiral agent) is made into the include angle of - with the direction of torsion to which angle of torsion to the direction of torsion given by the chiral agent is given by the include angle of +, and said chiral agent The 2nd metastable state is in the twist orientation condition that the 1st metastable state is in the twist orientation condition that +180 degrees of angle of torsion changed, and -180 degrees of angle of torsion changed to the initial orientation

condition to the initial orientation condition.

[0031] The change of the orientation condition from the above-mentioned initial orientation condition to the 1st and 2nd metastable states is performed by impressing the spray distorted dissolution electrical potential difference of sufficient high electrical-potential-difference value which a liquid crystal molecule starts almost perpendicularly to the 11 or 12th page of a substrate, and carries out orientation first to inter-electrode [ of each pixel section of a liquid crystal cell 10 ] (between the scan electrode 13 and signal electrodes 14), and impressing the selection electrical potential difference of a predetermined value to it after that inter-electrode [ said ].

[0032] Namely, after starting a liquid crystal molecule almost perpendicularly to the 11 or 12th page of a substrate by impression of a spray distorted dissolution electrical potential difference and carrying out orientation If the selection electrical potential difference (henceforth the 1st metastable-state selection electrical potential difference) of a predetermined value lower than said spray distorted dissolution electrical potential difference is impressed A liquid crystal molecule will change orientation into the condition of twisting by angle of torsion ( $90 \text{ degrees} + 180 \text{ degrees} = 270 \text{ degrees}$ ) by which about 180-degree torsion joined further angle of torsion in an initial orientation condition, will cancel spray distortion, and will be in the 1st metastable state.

[0033] While a liquid crystal molecule carries out orientation of this 1st metastable state along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is based on orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a. It is the twist direction shown in (b) of drawing 1 by the broken-line arrow head, i.e., the condition which looks at from a front-face side and carries out twist orientation in the direction of left-handed rotation (the direction of torsion given by the chiral agent) by about 270-degree angle of torsion.

[0034] Moreover, after starting a liquid crystal molecule almost perpendicularly to the 11 or 12th page of a substrate by impression of a spray distorted dissolution electrical potential difference and carrying out orientation If the selection electrical potential difference (henceforth the 2nd metastable-state selection electrical potential difference) of a predetermined value lower than said spray distorted dissolution electrical potential difference is impressed A liquid crystal molecule will change orientation into the condition of twisting by angle of torsion ( $90 \text{ degree} - 180 \text{ degree} = -90 \text{ degree}$ ) which deducted about 180-degree torsion from angle of torsion in an initial orientation condition, will cancel spray distortion, and will be in the 2nd metastable state.

[0035] While a liquid crystal molecule carries out orientation of this 2nd metastable state along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is based on orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a. It is the twist direction shown in (c) of drawing 1 by the broken-line arrow head, i.e., the condition which looked at from the front-face side and carried out twist orientation in the direction of right-handed rotation (the direction of torsion given by the chiral agent is hard flow) by about 90-degree angle of torsion.

[0036] Furthermore, the 1st metastable state of the above and the 2nd metastable state Also in the condition that it is possible to switch to another side from one of these, and the liquid crystal molecule is carrying out orientation to which metastable state First impress an electrode 13 and the reset electrical potential difference of sufficient high electrical-potential-difference value which starts almost perpendicularly and carries out orientation of the liquid crystal molecule to the 11 or 12th page of a substrate among 14, and said metastable state is reset. If the above 1st or the 2nd metastable-state selection electrical potential difference is impressed after that, the orientation condition of a liquid crystal molecule can be switched to the metastable state of another side from one metastable state.

[0037] In addition, although the above-mentioned 1st metastable-state selection electrical potential difference and the 2nd metastable-state selection electrical potential difference are decided by the property of the pneumatic liquid crystal to be used and the property of a chiral agent, and the addition The 1st metastable-state selection electrical potential difference is about 0V (value which does not impress a \*\*\*\*\* electrical potential difference). Almost all the liquid crystal molecule is the low value which carries out orientation by the angle of inclination comparable as the pre tilt angle in an initial orientation condition or near it, and the 2nd metastable-state selection electrical potential difference is an electrical potential difference with a larger absolute value than said 1st metastable-state selection electrical potential difference.

[0038] Drawing 3 is the mimetic diagram which looked at the orientation condition of the liquid crystal



molecule in the above-mentioned initial orientation condition, a reset condition, and the 1st and 2nd metastable states from [ of a liquid crystal cell 10 ] the margin inferior (direction which intersects perpendicularly to an axis of abscissa x), and 18a shows the liquid crystal molecule.

[0039] As shown in this mimetic diagram, the above-mentioned initial orientation condition (condition which a liquid crystal molecule looks at from a front-face side on the basis of orientation processing direction 12a of the background substrate 12, and is carrying out twist orientation in the direction of left-handed rotation by about 90-degree angle of torsion) Although orientation of the liquid crystal molecule near both the substrates 11 and 12 is carried out so that it may rise aslant with the pre tilt angle of abundance extent toward the orientation processing directions 11a and 12a to the 11 or 12th page of each substrate It is in the condition that the inclination of each substrate 11 when developing and regarding the liquid crystal molecule which is carrying out twist orientation as each molecule major axis coming on the same flat surface, and the pre tilt by the side of 12 is reverse mutually. Therefore, a liquid crystal molecule is in the twist orientation condition in the condition (condition with spray distortion) that the tilt angle became small in connection with separating from substrates 11 and 12, and the inclination direction over the 11 or 12th page of a substrate became reverse bordering on the middle (point that a tilt angle becomes 0 degree) of liquid crystal thickness.

[0040] Moreover, the above-mentioned reset condition Although the liquid crystal molecule near both the substrates 11 and 12 (it is omitting by a diagram) is in the condition (condition which is carrying out orientation so that it may rise aslant with the pre tilt angle of abundance extent toward the orientation processing directions 11a and 12a to the 11 or 12th page of each substrate) that it is hardly different from an initial orientation condition Almost all the liquid crystal molecule that is above separated from substrates 11 and 12 to some extent is in the condition which carried out orientation so that it might start almost perpendicularly to the 11 or 12th page of a substrate.

[0041] Furthermore, the 1st metastable state (condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation in one direction by about 270-degree angle of torsion) Although the orientation condition of the liquid crystal molecule near both the substrates 11 and 12 is hardly different from an initial orientation condition It is in the condition which about 180 degrees of liquid crystal molecules could twist further, and carried out twist orientation rather than said initial orientation condition. Therefore, since the inclination direction of liquid crystal molecule 18a when developing and regarding the liquid crystal molecule which is carrying out twist orientation as each molecule major axis coming on the same flat surface is the same direction, this 1st metastable state is in a twist orientation condition without spray distortion.

[0042] Moreover, the 2nd metastable state (condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation to the 1st metastable state by about 90-degree angle of torsion to hard flow) Although the orientation condition of the liquid crystal molecule near both the substrates 11 and 12 is hardly different from an initial orientation condition It is in the condition which about 180 degrees of angle of torsion of a liquid crystal molecule could twist in the direction contrary to the twist direction in said 1st metastable state, and carried out twist orientation to it from said initial orientation condition. Therefore, since the inclination direction of liquid crystal molecule 18a when developing and regarding the liquid crystal molecule which is carrying out twist orientation as each molecule major axis coming on the same flat surface is the same direction, it is in the twist orientation condition that this 2nd metastable state does not have spray distortion, either.

[0043] Although the above 1st and the 2nd metastable state are in the twist orientation condition of holding angle of torsion of liquid crystal molecule 18a in the metastable state, respectively, also in which metastable state, the tilt angle of liquid crystal molecule 18a, i.e., the start include angle to the 11 or 12th page of a substrate, changes according to the actual value of the driver voltage impressed between an electrode 13 and 14 (however, the orientation condition of the liquid crystal molecule near the substrates 11 and 12 hardly changes).

[0044] The orientation condition shown in the bottom among the orientation conditions of the liquid crystal molecule in the 1st and 2nd metastable states shown in drawing 3 The orientation condition which showed the orientation condition (2nd write-in condition) of a liquid crystal molecule in case the actual value of driver voltage is a comparatively small value, and was shown in the bottom The orientation condition (1st write-in condition) of a liquid crystal molecule in case the actual value of driver voltage is a to some extent high value is shown, and it also sets to which metastable state. A liquid crystal molecule According to the actual value of said driver voltage, orientation is started and carried out by the electric-field induction of the liquid crystal molecule according to the actual value of driver voltage, maintaining the twist orientation condition in the metastable state.



[0045] In addition, the above-mentioned driver voltage is an electrical potential difference which changes in the range where the actual value is lower than the electrical-potential-difference value of the above-mentioned reset electrical potential difference, and although, as for the 1st and 2nd metastable states of the above, the tilt angle of a liquid crystal molecule changes according to the actual value of driver voltage A twist orientation condition is in the condition maintained as it is, and it is held until any metastable state starts almost perpendicularly, carries out orientation of the liquid crystal molecule 18a to the 11 or 12th page of a substrate by impression of the above-mentioned reset electrical potential difference and resets a metastable state.

[0046] The liquid crystal layer of said liquid crystal cell 10 namely, between the electrode 13 of the substrates 11 and 12 of a pair, and 14 After impressing the reset electrical potential difference to which orientation of the liquid crystal molecule is carried out so that the molecule major axis may become almost perpendicular to the 11 or 12th page of a substrate, By impressing alternatively either of the 2nd different metastable-state selection electrical potential difference from the 1st metastable-state selection electrical potential difference of a value lower than it, and this 1st metastable-state selection electrical potential difference Orientation is carried out to either of the 2nd metastable state which carries out orientation in the state of the orientation where a liquid crystal molecule differs from the 1st metastable state which carries out orientation in the predetermined condition, and this 1st metastable state. It has the property that the orientation condition of said liquid crystal molecule changes with the electric-field induction of the liquid crystal molecule according to the actual value of the driver voltage in each of the 1st and 2nd metastable states.

[0047] In drawing 1 , 21a and 22a show the transparency shaft of the polarizing plates 21 and 22 of the pair arranged to the that front-face and rear-face side on both sides of a liquid crystal cell 10. Moreover, in this example Turn the transparency shaft 21a in the direction almost parallel to orientation processing direction 11a or the direction (direction almost parallel by a diagram) which intersects perpendicularly mostly of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10, and the side front polarizing plate 21 is arranged. The background polarizing plate 22 is arranged towards the direction which intersects perpendicularly the transparency shaft 22a mostly to transparency shaft 21a of said side front polarizing plate 21.

[0048] This liquid crystal display makes it reflect with the reflecting plate 30 arranged to the rear-face side, and displays the light which uses outdoor daylight, such as the natural light and indoor illumination light, and carries out incidence from a front-face side, and that display drive is performed by driving a liquid crystal cell 10 by the drive system 40.

[0049] This drive system 40 chooses each pixel line of a liquid crystal cell 10 in order of predetermined selection, and to inter-electrode [ of each pixel section of the selected pixel line ] The above-mentioned reset electrical potential difference, It is what impresses the 1st, the metastable-state selection electrical potential difference which chooses either of the 2nd metastable state, and the write-in electrical potential difference according to write-in data. The molecule of the liquid crystal of each pixel section of a liquid crystal cell 10 Carry out orientation and the write-in condition before that (orientation condition of the liquid crystal molecule in a metastable state and its condition) is reset so that it may start almost perpendicularly by impression of said reset electrical potential difference. While carrying out orientation to the 1st and the 2nd one of metastable states according to the metastable-state selection electrical potential difference impressed after that, in the metastable state, an orientation condition is changed according to the actual value of the driver voltage decided by said write-in electrical potential difference.

[0050] In addition, although the orientation of before drive initiation of a liquid crystal display is changing into the initial orientation condition (orientation condition with spray distortion) which the liquid-crystal molecule of all the pixel sections of a liquid crystal cell 10 mentioned above, when the display drive was started and the first reset electrical potential difference is impressed, the orientation of it carries out so that a liquid-crystal molecule may start almost perpendicularly by making the electrical potential difference into a spray distorted dissolution electrical potential difference, and it will be in the same condition as the time of resetting said metastable state.

[0051] The above-mentioned liquid crystal display carries out orientation of the liquid crystal molecule of each pixel section of a liquid crystal cell 10 to the above 1st and the 2nd one of metastable states. When the tilt angle of the liquid crystal molecule in each metastable state is changed according to the actual value of driver voltage, the transparency condition of light is controlled and the 1st metastable state is chosen A liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out twist orientation by about 270-degree angle of torsion, and a polarizing plate in one direction on the basis of the orientation processing direction of one of substrates. When the 2nd metastable

state is chosen, a liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out twist orientation by about 90-degree angle of torsion, and a polarizing plate in the direction contrary to said 1st metastable state on the basis of the orientation processing direction of one [ said ] substrate.

[0052] That is, this liquid crystal display can perform control of two or more transparency conditions of the transparency conditions which have the electro-optics property of two displays that the orientation conditions of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell differ, therefore it is going to control gradually using one electro-optics property, and can perform control of two or more of other transparency conditions using the electro-optics property of another side.

[0053] In this case, in the above-mentioned example, the direction of transparency shaft 21a of the side front polarizing plate 21 is mostly set to orientation processing direction 11a of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10 in parallel or the direction which intersects perpendicularly mostly. Since transparency shaft 22a of the background polarizing plate 22 is set up in the direction which intersects perpendicularly mostly to transparency shaft 21a of said side front polarizing plate 21, Also when choosing the 1st metastable state and controlling a transparency condition, and also when choosing the 2nd metastable state and controlling a transparency condition, the display by the twisted nematic type (it is hereafter described as TN mode) can be performed.

[0054] That is, according to the twist orientation condition of a liquid crystal molecule, the rotatory polarization of the linearly polarized light which penetrated and carried out incidence of the side front polarizing plate 21 is carried out by birefringence operation of a liquid crystal layer in the process which penetrates a liquid crystal cell 10, and that light carries out incidence to the background polarizing plate 22, and has transparency controlled by this background polarizing plate 22 also in the 1st and which [ 2nd ] metastable state. And it is reflected with a reflecting plate 30, and the light which penetrated the background polarizing plate 22 penetrates said background polarizing plate 22, liquid crystal cell 10, and side front polarizing plate 21 in order, and carries out outgoing radiation.

[0055] And since the orientation condition of the liquid crystal molecule when choosing the 1st metastable state of the above in this liquid crystal display is in about 270 degrees and a large twist orientation condition for angle of torsion, Since optical activity changes for every wavelength light with optical rotatory dispersion in a birefringence operation of a liquid crystal layer, the light which penetrated the background polarizing plate 22 with the permeability from which each wavelength light differs, and penetrated this background polarizing plate 22 turns into coloring light of a color according to the ratio of each wavelength luminous intensity which constitutes that light.

[0056] Thus, the display by TN mode when choosing the 1st metastable state of the above is color display from which the colored display is obtained, and the foreground color changes according to the actual value of the driver voltage impressed between an electrode 13 and 14.

[0057] Namely, although it starts and orientation of the liquid crystal molecule is carried out, maintaining the orientation condition in said metastable state according to the actual value of driver voltage Thus, if the orientation condition of a liquid crystal molecule changes, since the optical activity of each wavelength will change with change of optical rotatory dispersion according to change of the form birefringence of the liquid crystal layer according to it, By controlling the actual value of said driver voltage, the color of coloring light can be changed, therefore two or more colors by one pixel can be displayed.

[0058] In addition, since there is little absorption of light compared with what colors light using a birefringence operation of the liquid crystal layer of a liquid crystal cell 10, and the polarization of the polarizing plates 21 and 22 of a pair, and colors light using a color filter, even if the above-mentioned color display is the liquid crystal display of a reflective mold, it can make the permeability of display light high and can obtain a bright coloring display.

[0059] On the other hand, the orientation condition of the liquid crystal molecule when choosing the 2nd metastable state of the above Since angle of torsion is in the twist orientation condition which is about 90 degrees, the display by TN mode at this time Are fundamentally [ as the case of the usual TN liquid crystal display ] the same. In the liquid crystal display of this example Since each transparency shaft 21a and 22a was made to intersect perpendicularly mostly mutually and the side front polarizing plate 21 and the background polarizing plate 22 are arranged, When the tilt angle of a liquid crystal molecule is close to a pre tilt angle, the white which is the clear display of an achromatic color is displayed, the permeability of light decreases in connection with the tilt angle of a liquid crystal molecule being large, and the black which is finally the dark display of an achromatic color is displayed.

[0060] In this case, since a liquid crystal molecule starts and carries out orientation according to the actual



value of driver voltage and the form birefringence of a liquid crystal layer changes according to it, monochrome display which controls the transparency condition of light gradually and has gradation can be performed by controlling the actual value of said driver voltage.

[0061] In addition, although the above-mentioned initial orientation condition, i.e., the condition that the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation by about 90-degree angle of torsion with spray distortion, is not used for an actual display, this initial orientation condition is also in the condition that monochrome display by TN mode is obtained.

[0062] Drawing 4 and drawing 5 set up the transparency shafts 21a and 22a of the orientation processing directions 11a and 12a of both the substrates 11 and 12 of a liquid crystal cell 10, and the polarizing plates 21 and 22 of a front flesh side, as shown in drawing 1. The rate of outgoing radiation of the light to the driver voltage of a liquid crystal display which chose the value of  $\Delta n d$  (product of refractive-index anisotropy  $\Delta n$  of liquid crystal and the liquid crystal thickness  $d$ ) of a liquid crystal cell 10 as about 1000nm, and change of a foreground color are shown. (a) of the rate property Fig. [ in / in (a) of drawing 4 and (b) / the 1st metastable state ] of electrical-potential-difference-outgoing radiation and a CIE chromaticity diagram, and drawing 5 and (b) are the 2nd rate property Fig. of electrical-potential-difference-outgoing radiation and CIE chromaticity diagram in a metastable state. In addition, in the chromaticity diagram of (b) of each drawing, W shows the achromatic color point.

[0063] The rate property of electrical-potential-difference-outgoing radiation in the 1st metastable state is the property of drawing 4 as shown in (a), and change of the foreground color to driver voltage is blue in the time of impressing the electrical potential difference red and whose actual value are 2.98V in the time of impressing the electrical potential difference whose actual value is 1.95V, as shown in (b) of drawing 4.

[0064] In addition, x of the above-mentioned red and y coordination value are  $x=0.353$  and  $y=0.350$ , and Y value (brightness) is 28.54. Moreover, x of the above-mentioned blue and y coordination value are  $x=0.274$  and  $y=0.296$ , and Y value is 11.64.

[0065] Moreover, the rate property of electrical-potential-difference-outgoing radiation in the 2nd metastable state is the property of drawing 5 as shown in (a), and change of the foreground color to driver voltage is black in the time of impressing the electrical potential difference white and whose actual value are 3.07V in the time of impressing the electrical potential difference whose actual value is 1.55V, as shown in (b) of drawing 5.

[0066] In addition, x of the above-mentioned white and y coordination value are  $x=0.317$  and  $y=0.341$ , and Y value is 34.41. Moreover, x of the above-mentioned black and y coordination value are  $x=0.271$  and  $y=0.290$ , and Y value is 1.83.

[0067] That is, the above-mentioned liquid crystal display chooses the 1st metastable state, can display red and blue, can choose the 2nd metastable state, can display white and black, and, in addition to the display of the white and black which are the base of a display, can perform color display of two blue colors with red.

[0068] In addition, if a liquid crystal display is turned off, it will be in the condition [ in / in the orientation condition of the liquid crystal molecule in the 1st or 2nd metastable state / an initial orientation condition ] at the time of no electrical-potential-difference impressing [ in / in return and the whole screen / an initial orientation condition ] (the above-mentioned example white) by natural discharge in several seconds - several minutes (it changes with the property of the pneumatic liquid crystal to be used and the property of a chiral agent, and additions).

[0069] And the above-mentioned liquid crystal display has the electro-optics property of two displays that the orientation conditions of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell differ. Since it is what can perform control of two or more transparency conditions of the transparency conditions which it is going to control gradually using one electro-optics property, and can perform control of two or more of other transparency conditions using the electro-optics property of another side, The time of choosing the 1st metastable state and controlling a transparency condition, when using one [ said ] electro-optics property for the whole page rank of a transparency condition that is, and when using the electro-optics property of said another side, That is, since the number of phases which can distribute when choosing the 2nd metastable state and controlling a transparency condition, therefore is driven by each metastable state decreases, the time-sharing drive of the small number of phases can be performed in each metastable state.

[0070] For this reason, according to the above-mentioned liquid crystal display, a large operating voltage margin can be taken to the drive duty of a liquid crystal cell 10. Namely, in the case of the white mentioned above and the liquid crystal display which performs color display of two blue colors with red in addition to a black display When choosing the 1st metastable state for the actual value of the driver voltage and displaying red and black, it is set as two kinds, 1.95V and 2.98V. That what is necessary is just to set it as

two kinds, 1.55V and 3.07V, when choosing the 2nd metastable state and displaying blue and white. Therefore, the difference of the actual value of two kinds of driver voltages in each metastable state, That is, an operating voltage margin large enough can be taken with 1.52V ( $=3.07V-1.55V$ ) by the 1st metastable state according to 1.03V ( $=2.98V-1.95V$ ) and the 2nd metastable state.

[0071] Therefore, according to the above-mentioned liquid crystal display, even if a liquid crystal cell 10 is the thing of a simple matrix method which controls and drives the actual value of driver voltage, an operating voltage margin can be enlarged to the drive duty, the time-sharing drive by high duty is enabled, and the display of a highly minute image with many pixels can be realized.

[0072] This liquid crystal display resets the orientation condition of the liquid crystal molecule before that for the writing of the pixel section of each pixel line of a liquid crystal cell 10, and chooses the following metastable state, and although it carries out by impressing the write-in electrical potential difference for acquiring the following write-in condition after that, reset of said orientation condition in that case and selection of a metastable state can be performed in a short time.

[0073] In addition, although a foreground color when the above-mentioned liquid crystal display chooses the 1st metastable state becomes red and blue, the foreground color can be chosen as arbitration by changing the value of  $\Delta n$  of a liquid crystal cell 10.

[0074] Furthermore, although the display by TN mode will be performed, the display by the 1st metastable state will be color display and the display by the 2nd metastable state will be monochrome display also when the 1st and which [ 2nd ] metastable state are chosen, the liquid crystal display of the above-mentioned example. If the direction of transparency shaft 21a of the side front polarizing plate 21 is carried out in the direction which crosses aslant to orientation processing direction 11a of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10 at least, an indication in the metastable state of the 1st and the 2nd both can be given the color display by the birefringence effectiveness mode, respectively.

[0075] Moreover, in this liquid crystal display, it sets to the liquid crystal 18 of that liquid crystal cell 10 at a room temperature. Since 30 or more (desirably the range of 30 - 45cp) cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  use the liquid crystal ingredient which viscosity shows 1.5 or more (desirably the range of 1.5-2.2) physical properties, The stability of the orientation condition of the liquid crystal molecule in the 1st and 2nd metastable states mentioned above being high, therefore maintaining the selected metastable state certainly. The orientation condition of a liquid crystal molecule can be changed with the actual value of the driver voltage in the metastable state, and a reliable display action can be made to perform.

[0076] That is, as for the above-mentioned liquid crystal display, it is desirable to carry out a display drive by the drive approach which divides all the pixel lines of a liquid crystal cell 10 into the group of every a multi-line, and writes in reset of the pixel section of each line of one pixel line group and selection of a metastable state, and the pixel section of all pixel lines for every frame.

[0077] Since the reset and metastable-state selection time amount which are secured to one frame require only the time amount that reset and metastable-state selection of one group of each pixel line take according to this drive approach, one frame can be shortened and frame frequency can be made high.

[0078] Moreover, the writing to the pixel line which had the metastable state chosen according to this drive approach. Since it is carried out when remaining reset and metastable-state selection of a pixel line of that group are completed, the sequential writing to each pixel line of this group is started after that and the write-in period to said pixel line comes, the time amount which the pixel line by which reset and metastable-state selection are performed to the beginning in a group also has in a condition [ that new writing does not continue being performed ] -- \*\*\*\* -- it is short, therefore does not generate with after a screen.

[0079] When based on this drive approach, as for a group division of a pixel line, it is desirable to choose group number so that a frame number required to rewrite the image for one screen may seldom increase while choosing one group's pixel line count so that high frame frequency may be obtained.

[0080] Although there is a thing of pixel line counts, such as 32 lines, 64 lines, and 128 etc. lines, in the liquid crystal cell of a simple matrix type when the example is given. For example, when the pixel line count of a liquid crystal cell is 64 lines. If it is desirable to divide the pixel line into the group of every eight lines and one group's pixel line count is about eight lines since [ which will rewrite the image for one screen by about 8-9 frames if it carries out and 64 lines is divided into the group of every eight lines ] frame frequency high enough is obtained -- a screen -- also switching -- it is good. That is, if a frame number required to rewrite the image for one screen is 8-9 frames supposing frame frequency is sec 1/30, for example, since about three to 4 screen is rewritable in 1 second, the change-over rate of a screen can be made good.

[0081] When dividing the pixel line of a liquid crystal cell 10 into the group of every a multi-line and driving it like this drive approach. In order to rewrite only one group's pixel line for every frame and for



other groups' pixel line to have a rewrite for maintaining the write-in condition only performed with the frame, It becomes conditions that a liquid crystal molecule maintains the metastable state chosen at the time of rewriting during the period (period until the next rewriting is performed) which has only re-writing repeated making a reliable display action perform to the above-mentioned liquid crystal display.

[0082] then, as liquid crystal 18 enclosed with the liquid crystal cell 10 of the above-mentioned liquid crystal display A display drive is carried out by the drive approach which prepares four kinds of liquid crystal ingredients with which physical properties differ, divides the pixel line of 64 lines into the group of every eight lines for each liquid crystal display which used these liquid crystal ingredients, and rewrites the image for one screen by about 8-9 frames. When the dependability of each display action was evaluated, the result as shown in the next table was obtained. In addition,  $\Delta n$  (refractive-index anisotropy of liquid crystal) and viscosity which were shown in the table, and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  are the values in a room temperature.

[0083]

[Table 1]

液 晶		液晶材料 A	液晶材料 B	液晶材料 C	液晶材料 D
物 性	N - I 点 (°C)	8 1	8 8	1 0 9	1 0 3
	C - N 点 (°C)	- 2 5	- 2 5	- 2 5	- 2 5
	$\Delta n$	0. 2 2	0. 2 2	0. 2 2	0. 2 2
	粘度 (c p)	2 4	3 9	4 2	3 6
	$K_{33}/K_{11}$	2. 0	1. 2	2. 0	1. 6
信頼性評価		×	×	○	○

×…信頼性低い      ○…信頼性高い

[0084] Although one of viscosity and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  is high as shown also in this table, the liquid crystal ingredient of physical properties with low another side, That is, when 39cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  use [ the liquid crystal ingredient A and viscosity of 2.0 ] the liquid crystal ingredient B of 1.2, 24cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  [ viscosity ] During the period which has only the writing mentioned above repeated, since the orientation condition of a liquid crystal molecule tends to return from a metastable state to an initial orientation condition (spray orientation condition), a flicker (flicker) occurs in a display and the abnormalities of a display occur. Therefore, in having used the liquid crystal ingredient of said A and B, the dependability of the display action of a liquid crystal display becomes low.

[0085] On the other hand, the liquid crystal ingredient of physical properties with both viscosity and the high elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$ , That is, when 36cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  use [ the liquid crystal ingredient C and viscosity of 2.0 ] the liquid crystal ingredient D of 1.6, 42cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  [ viscosity ] A period until the stability of the orientation condition of the liquid crystal molecule in the 1st and 2nd metastable states is high and the orientation condition of a liquid crystal molecule returns from a metastable state to an initial orientation condition (spray orientation condition) during the period which has only the above-mentioned writing repeated becomes sufficiently long.

[0086] Therefore, maintaining certainly the 1st or 2nd selected metastable state, the orientation condition of a liquid crystal molecule can be changed with the actual value of the driver voltage in the metastable state, and a reliable display action can be made to perform to a liquid crystal display, if said liquid crystal ingredient of C or D is used.

[0087] The liquid crystal ingredient which can make a reliable display action perform to the above-mentioned liquid crystal display Not only in the liquid crystal ingredient of C or D shown in the above-mentioned table but in a room temperature, viscosity is that 30 or more cp and the elastic-coefficient ratios

K33/K11 indicate 1.5 or more physical properties to be. Desirably Viscosity is the range of 30 - 45cp, and the elastic-coefficient ratios K33/K11 are the range of 1.5-2.2, and the thing to which the range of 34 - 42cp and the elastic-coefficient ratios K33/K11 have viscosity in the range of 1.5-2.0 more desirably.

[0088] moreover, in the comparison of the liquid crystal ingredient of C and D shown in the above-mentioned table In this liquid crystal ingredient D or the liquid crystal ingredient of physical properties comparable as it with the high therefore stability of the orientation condition of a liquid crystal molecule [ in / in the direction of the liquid crystal ingredient of D / the 1st and 2nd metastable states ], i.e., a room temperature Viscosity can make a still more reliable display action perform to the above-mentioned liquid crystal display, if the range of 34 - 38cp and the elastic-coefficient ratios K33/K11 use the liquid crystal ingredient in which the physical properties of the range of 1.5-1.7 are shown.

[0089] Drawing 6 is the perspective view showing the basic configuration of the liquid crystal display by the 2nd example of this invention, in (a), an initial orientation condition and (b) show the 1st metastable state, and (c) shows the 2nd metastable state.

[0090] The liquid crystal display of this example is what made angle of torsion of the liquid crystal molecule in the initial orientation condition of a liquid crystal cell 10 about 30 degrees, and other configurations are the same as the 1st example of the above, and the same is said of the liquid crystal ingredient used for the liquid crystal cell 10.

[0091] As shown in drawing 6 , in this example orientation processing direction 11a of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10 Are the direction which saw from the front-face side to the axis of abscissa x of the screen of a liquid crystal display, and shifted in the counterclockwise direction about 15 degrees, and it carries out in the direction which goes to the upper right from the lower left of said screen. It is the direction which saw from the front-face side to said axis of abscissa x, and shifted in the clockwise direction about 15 degrees, and orientation processing direction 12a of the background substrate 12 is carried out in the direction which goes to the lower right from the upper left of said screen. That is, the orientation processing directions 11a and 12a of both the substrates 11 and 12 are directions which cross mutually at the include angle of about 30 degrees.

[0092] And in this example, what added the chiral agent which sees from a front-face side and has a counterclockwise twist stacking tendency is used for the liquid crystal of the above-mentioned liquid crystal cell 10, therefore in the state of initial orientation, that liquid crystal molecule has spray distortion, looks at it from a front-face side, and is carrying out twist orientation in the direction of left-handed rotation (the direction of torsion by the chiral agent given) according to about 30-degree angle of torsion.

[0093] While a liquid crystal molecule carries out orientation of this initial orientation condition along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is in the spray orientation condition which carried out twist orientation by about 30-degree angle of torsion in the direction of torsion shown in (a) of drawing 6 by the broken-line arrow head, i.e., the direction given by the chiral agent, on the basis of orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a.

[0094] Moreover, the 1st and 2nd metastable states are in the condition which about 180 degrees of angle of torsion of a liquid crystal molecule changed from the initial orientation condition, and canceled spray distortion, respectively. Since angle of torsion of the liquid crystal molecule in an initial orientation condition is made into about 30 degrees in this example, in the 1st metastable state Twist orientation is carried out in the direction of torsion in which a liquid crystal molecule is given by the chiral agent on the basis of the orientation processing direction of one of substrates by about 210-degree angle of torsion. In the 2nd metastable state Twist orientation is carried out to the direction of torsion where a liquid crystal molecule is given by said chiral agent on the basis of the orientation processing direction of one [ said ] substrate by about 150-degree angle of torsion to hard flow.

[0095] Namely, while a liquid crystal molecule carries out orientation of the 1st metastable state of the above along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is based on orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a. It is the twist direction shown in (b) of drawing 6 by the broken-line arrow head, i.e., the condition which looked at from the front-face side and carried out twist orientation in the direction of left-handed rotation (the direction of torsion given by the chiral agent) by about 210-degree angle of torsion.

[0096] Moreover, while a liquid crystal molecule carries out orientation of the 2nd metastable state along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is based on orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for



example, background substrate, a. It is the twist direction shown in (c) of drawing 6 by the broken-line arrow head, i.e., the condition which looked at from the front-face side and carried out twist orientation in the direction of right-handed rotation (the direction of torsion given by the chiral agent is hard flow) by about 150-degree angle of torsion.

[0097] The 1st metastable state of the above and the 2nd metastable state are switched to the metastable state of another side from one metastable state by impressing the reset electrical potential difference of the value to which it starts almost perpendicularly and orientation of the liquid crystal molecule is first carried out to the 11 or 12th page of a substrate like the 1st example, resetting said metastable state and impressing the 1st or 2nd metastable-state selection electrical potential difference after that.

[0098] In addition, said 1st metastable-state selection electrical potential difference is about 0V, and the 2nd metastable-state selection electrical potential difference is a low value in which almost all the liquid crystal molecule carries out orientation by the angle of inclination comparable as the pre tilt angle in an initial orientation condition or near it.

[0099] Moreover, in this example, the side front polarizing plate 21 is arranged towards the direction which looked at that transparency shaft 21a from the front-face side to the axis of abscissa x of a screen, and shifted in the counterclockwise direction about 45 degrees. The background polarizing plate 22 is arranged towards the direction which looked at the transparency shaft 22a from the front-face side to said axis of abscissa x, and shifted in the clockwise direction about 45 degrees. Therefore, transparency shaft 21a of the side front polarizing plate 21 It tended to have shifted aslant in the crossed axes angle of about 30 degrees to orientation processing direction 11a (direction which saw from the front-face side to the axis of abscissa x, and shifted in the counterclockwise direction about 15 degrees) of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10. Transparency shaft 22a of the background polarizing plate 22 tends to intersect perpendicularly mostly to transparency shaft 21a of said side front polarizing plate 21.

[0100] The liquid crystal display of this example the initial orientation condition of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell 10 Since it is considering as the spray orientation condition which carries out twist orientation in one direction by about 30-degree angle of torsion on the basis of orientation processing direction 12a of one substrate (here background substrate) 12, When the 1st metastable state is chosen, a liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out twist orientation by about 210-degree angle of torsion, and a polarizing plate in one direction on the basis of orientation processing direction 12a of one [ said ] substrate 12. When the 2nd metastable state is chosen, a liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out twist orientation by about 150-degree angle of torsion, and a polarizing plate in the direction contrary to said 1st metastable state on the basis of orientation processing direction 12a of one [ said ] substrate 12.

[0101] Moreover, in this example, the direction of transparency shaft 21a of the side front polarizing plate 21 is carried out in the direction which shifted aslant in the crossed axes angle of about 30 degrees to orientation processing direction 11a of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10. Since transparency shaft 22a of the background polarizing plate 22 is set up in the direction which intersects perpendicularly mostly to transparency shaft 21a of said side front polarizing plate 21, Also when choosing the 1st metastable state and controlling a transparency condition, and also when choosing the 2nd metastable state and controlling a transparency condition, color display by the birefringence effectiveness mode can be performed.

[0102] If the color display by this birefringence effectiveness mode is explained, it will also set to the above 1st and which [ 2nd ] metastable state. Each wavelength light turns into light used as the elliptically polarized light from which a polarization condition differs, respectively according to a birefringence operation of a liquid crystal layer in the process in which the linearly polarized light which penetrated and carried out incidence of the side front polarizing plate 21 penetrates a liquid crystal cell 10. The light in which each of that wavelength light penetrated the background polarizing plate 22 with the permeability according to each polarization condition, and penetrated this background polarizing plate 22 turns into coloring light of a color according to the ratio of the optical reinforcement of each wavelength light which constitutes that light. It is reflected with a reflecting plate 30, and this coloring light penetrates said background polarizing plate 22, liquid crystal cell 10, and side front polarizing plate 21 in order, and carries out outgoing radiation.

[0103] Thus, since there is little absorption of light compared with what colors light using a birefringence operation of the liquid crystal layer of a liquid crystal cell 10, and the polarization of the polarizing plates 21 and 22 of a pair, and colors light using a color filter, even if the color display by the birefringence

effectiveness mode is the liquid crystal display of a reflective mold, it can make the permeability of light high and can obtain bright color display.

[0104] In addition, although the above-mentioned initial orientation condition, i.e., the condition that the liquid crystal molecule is carrying out twist orientation by about 30-degree angle of torsion with spray distortion, is not used for an actual display as mentioned above, it is in the condition that a display also according [ this initial orientation condition ] to the birefringence effectiveness mode is obtained.

[0105] And when the 1st metastable state (condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation in one direction by about 210-degree angle of torsion) of the above is chosen in the above-mentioned liquid crystal display, In order to show the form birefringence from which the orientation condition of a liquid crystal molecule with the time of choosing the 2nd metastable state (condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation to the 1st metastable state by about 150-degree angle of torsion to hard flow) differs, and a liquid crystal layer differs according to it, A mutually different color can be displayed in the time of choosing the 1st metastable state, and the time of choosing the 2nd metastable state.

[0106] Moreover, in this liquid crystal display, it also sets to the above 1st and which [ 2nd ] metastable state. Since the form birefringence of a liquid crystal layer changes with change of the tilt angle of an electrode 13 and the liquid crystal molecule according to the actual value of the driver voltage impressed among 14 and the polarization condition of each wavelength light which carries out incidence to the background polarizing plate 22 according to it changes, By controlling the actual value of said driver voltage, the color of coloring light can be changed, therefore two or more colors in the one pixel section can be displayed.

[0107] Drawing 7 and drawing 8 make angle of torsion of the liquid crystal molecule in the initial orientation condition of a liquid crystal cell 10 about 30 degrees like this example. As shown in drawing 6 , while setting up the orientation processing directions 11a and 12a of both the substrates 11 and 12, and the sense of the transparency shafts 21a and 22a of the polarizing plates 21 and 22 of a front flesh side The rate of outgoing radiation of the light to the driver voltage of a liquid crystal display which set the value of  $\Delta n$  of a liquid crystal cell 10 as about 800nm, and change of a foreground color are shown. (a) of the rate property Fig. [ in / in (a) of drawing 7 and (b) / the 1st metastable state ] of electrical-potential-difference-outgoing radiation and a CIE chromaticity diagram, and drawing 8 and (b) are the 2nd rate property Fig. of electrical-potential-difference-outgoing radiation and CIE chromaticity diagram in a metastable state. In the chromaticity diagram of (b) of each drawing, W is an achromatic color point.

[0108] The rate property of electrical-potential-difference-outgoing radiation in the 1st metastable state is the property of drawing 7 as shown in (a), and change of the foreground color to driver voltage is white in the time of impressing the electrical potential difference red and whose actual value are 2.00V in the time of impressing the electrical potential difference whose actual value is 1.46V, as shown in (b) of drawing 7 .

[0109] In addition, x of said red and y coordination value are  $x=0.432$  and  $y=0.391$ , and Y value (brightness) is 20.29. Moreover, x of said white and y coordination value are  $x=0.290$  and  $y=0.319$ , and Y value is 29.70.

[0110] Furthermore, the rate property of electrical-potential-difference-outgoing radiation in the 2nd metastable state is the property of drawing 8 as shown in (a), and change of the foreground color to driver voltage is blue in the time of impressing the electrical potential difference red and whose actual value are 2.00V in the time of impressing the electrical potential difference whose actual value is 1.46V, as shown in (b) of drawing 8 .

[0111] In addition, x of said red and y coordination value are  $x=0.424$  and  $y=0.399$ , and Y value is 21.31. Moreover, x of said blue and y coordination value are  $x=0.249$  and  $y=0.267$ , and Y value is 11.32.

[0112] That is, the above-mentioned liquid crystal display can perform color display which chooses the 1st metastable state, displays red and white, chooses the 2nd metastable state, displays red and blue, and displays an image in red and blue into a white background.

[0113] And also when choosing the 1st metastable state for the actual value of that driver voltage and displaying red and white, the liquid crystal display of this example Also when choosing the 2nd metastable state and displaying red and blue, that what is necessary is just to set it as two kinds, 1.46V and 2.00V Therefore, it can take with 0.54V ( $=2.00V-1.46V$ ) by any 1st and 2nd metastable states, difference, i.e., operating voltage margin, of actual value large enough of two kinds of driver voltages in each metastable state.

[0114] Moreover, since two kinds of actual value when choosing and displaying the 1st metastable state and two kinds of actual value when choosing and displaying the 2nd metastable state are \*\* (1.46V and 2.00V),



a display drive also becomes easy.

[0115] Drawing 9 is the perspective view showing the basic configuration of the liquid crystal display by the 3rd example of this invention, in (a), an initial orientation condition and (b) show the 1st metastable state, and (c) shows the 2nd metastable state.

[0116] The liquid crystal display of this example is what made angle of torsion of the liquid crystal molecule in the initial orientation condition of a liquid crystal cell 10 about 70 degrees, and other configurations are the same as the 1st example of the above, and the same is said of the liquid crystal ingredient used for the liquid crystal cell 10.

[0117] As shown in drawing 9, in this example orientation processing direction 11a of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10 is the direction which saw from the front-face side to the axis of abscissa x of the screen of a liquid crystal display, and shifted in the counterclockwise direction about 35 degrees, and it carries out in the direction which goes to the upper right from the lower left of said screen. It is the direction which saw from the front-face side to said axis of abscissa x, and shifted in the clockwise direction about 35 degrees, and orientation processing direction 12a of the background substrate 12 is carried out in the direction which goes to the lower right from the upper left of said screen. That is, the orientation processing directions 11a and 12a of both the substrates 11 and 12 are directions which cross mutually at the include angle of about 70 degrees.

[0118] And in this example, what added the chiral agent which sees from a front-face side and has a counterclockwise twist stacking tendency is used for the liquid crystal of the above-mentioned liquid crystal cell 10, therefore in the state of initial orientation, that liquid crystal molecule has spray distortion, looks at it from a front-face side, and is carrying out twist orientation in the direction of left-handed rotation (the direction of torsion by the chiral agent given) according to about 70-degree angle of torsion.

[0119] While a liquid crystal molecule carries out orientation of this initial orientation condition along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is in the spray orientation condition which carried out twist orientation by about 70-degree angle of torsion in the direction of torsion shown in (a) of drawing 9 by the broken-line arrow head, i.e., the direction given by the chiral agent, on the basis of orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a.

[0120] Moreover, the 1st and 2nd metastable states are in the condition which about 180 degrees of angle of torsion of a liquid crystal molecule changed from the initial orientation condition, and canceled spray distortion, respectively. Since angle of torsion of the liquid crystal molecule in an initial orientation condition is made into about 70 degrees in this example, in the 1st metastable state Twist orientation is carried out in the direction of torsion in which a liquid crystal molecule is given by the chiral agent on the basis of the orientation processing direction of one of substrates by about 250-degree angle of torsion. In the 2nd metastable state Twist orientation is carried out to the direction of torsion where a liquid crystal molecule is given by said chiral agent on the basis of the orientation processing direction of one [ said ] substrate by about 110-degree angle of torsion to hard flow.

[0121] Namely, while a liquid crystal molecule carries out orientation of the 1st metastable state of the above along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is based on orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a. It is the twist direction shown in (b) of drawing 9 by the broken-line arrow head, i.e., the condition which looked at from the front-face side and carried out twist orientation in the direction of left-handed rotation (the direction of torsion given by the chiral agent) by about 250-degree angle of torsion.

[0122] Moreover, while a liquid crystal molecule carries out orientation of the 2nd metastable state along each orientation processing direction 11a and 12a [ near both the substrates 11 and 12 ] It is based on orientation processing direction 12 of the orientation processing direction 12 of one of substrates, for example, background substrate, a. It is the twist direction shown in (c) of drawing 9 by the broken-line arrow head, i.e., the condition which looked at from the front-face side and carried out twist orientation in the direction of right-handed rotation (the direction of torsion given by the chiral agent is hard flow) by about 110-degree angle of torsion.

[0123] The 1st metastable state of the above and the 2nd metastable state are switched to the metastable state of another side from one metastable state by impressing the reset electrical potential difference of the electrical-potential-difference value to which it starts almost perpendicularly and orientation of the liquid crystal molecule is first carried out to the 11 or 12th page of a substrate like the 1st example, resetting said metastable state and impressing the 1st or 2nd metastable-state selection electrical potential difference after

that.

[0124] In addition, said 1st metastable-state selection electrical potential difference is about 0V, and the 2nd metastable-state selection electrical potential difference is a low value in which almost all the liquid crystal molecule carries out orientation by the angle of inclination comparable as the pre tilt angle in an initial orientation condition or near it.

[0125] Moreover, in this example, the side front polarizing plate 21 is arranged towards the direction which looked at that transparency shaft 21a from the front-face side to the axis of abscissa x of a screen, and shifted in the counterclockwise direction about 45 degrees. The background polarizing plate 22 is arranged towards the direction which looked at the transparency shaft 22a from the front-face side to said axis of abscissa x, and shifted in the clockwise direction about 45 degrees. Therefore, transparency shaft 21a of the side front polarizing plate 21 It tended to have shifted aslant in the crossed axes angle of about 10 degrees to orientation processing direction 11a (direction which saw from the front-face side to the axis of abscissa x, and shifted in the counterclockwise direction about 35 degrees) of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10. Transparency shaft 22a of the background polarizing plate 22 tends to intersect perpendicularly mostly to transparency shaft 21a of said side front polarizing plate 21.

[0126] The liquid crystal display of this example the initial orientation condition of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell 10 Since it is considering as the spray orientation condition which carries out twist orientation in one direction by about 70-degree angle of torsion on the basis of orientation processing direction 12a of one substrate (here background substrate) 12, When the 1st metastable state is chosen, a liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out twist orientation by about 250-degree angle of torsion, and a polarizing plate in one direction on the basis of orientation processing direction 12a of one [ said ] substrate 12. When the 2nd metastable state is chosen, a liquid crystal molecule has the electro-optics property of the display which consists of a liquid crystal cell which carried out twist orientation by about 110-degree angle of torsion, and a polarizing plate in the direction contrary to said 1st metastable state on the basis of orientation processing direction 12a of one [ said ] substrate 12.

[0127] Moreover, in this example, the direction of transparency shaft 21a of the side front polarizing plate 21 is carried out in the direction which shifted aslant in the crossed axes angle of about 10 degrees to orientation processing direction 11a of the side front substrate 11 of a liquid crystal cell 10. Since transparency shaft 22a of the background polarizing plate 22 is set up in the direction which intersects perpendicularly mostly to transparency shaft 21a of said side front polarizing plate 21, Also when choosing the 1st metastable state and controlling a transparency condition, and also when choosing the 2nd metastable state and controlling a transparency condition, color display by the birefringence effectiveness mode can be performed.

[0128] And when the 1st metastable state (condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation in one direction by about 250-degree angle of torsion) of the above is chosen in the liquid crystal display of this example, In order to show the form birefringence from which the orientation condition of a liquid crystal molecule with the time of choosing the 2nd metastable state (condition in which a liquid crystal molecule carries out twist orientation to the 1st metastable state by about 110-degree angle of torsion to hard flow) differs, and a liquid crystal layer differs according to it, A mutually different color can be displayed in the time of choosing the 1st metastable state, and the time of choosing the 2nd metastable state.

[0129] Moreover, in this liquid crystal display, it also sets to the above 1st and which [ 2nd ] metastable state. Since the form birefringence of a liquid crystal layer changes with change of the tilt angle of an electrode 13 and the liquid crystal molecule according to the actual value of the driving signal impressed among 14 and the polarization condition of each wavelength light which carries out incidence to the background polarizing plate 22 according to it changes, By controlling the actual value of said driving signal, the color of coloring light can be changed, therefore two or more colors in the one pixel section can be displayed.

[0130] Drawing 10 and drawing 11 make angle of torsion of the liquid crystal molecule in the initial orientation condition of a liquid crystal cell 10 about 70 degrees like this example. As shown in drawing 9, while setting up the orientation processing directions 11a and 12a of both the substrates 11 and 12, and the sense of the transparency shafts 21a and 22a of the polarizing plates 21 and 22 of a front flesh side The rate of outgoing radiation of the light to the driver voltage of a liquid crystal display which set the value of  $\Delta n$  of a liquid crystal cell 10 as about 900nm, and change of a foreground color are shown. (a) of the rate property Fig. [ in / in (a) of drawing 10 and (b) / the 1st metastable state ] of electrical-potential-difference-outgoing radiation and a CIE chromaticity diagram, and drawing 11 and (b) are the 2nd rate



property Fig. of electrical-potential-difference-outgoing radiation and CIE chromaticity diagram in a metastable state. In the chromaticity diagram of (b) of each drawing, W is an achromatic color point.

[0131] The rate property of electrical-potential-difference-outgoing radiation in the 1st metastable state is the property of drawing 10 as shown in (a), and change of the foreground color to driver voltage is orange in the time of impressing the electrical potential difference red and whose actual value are 2.03V in the time of impressing the electrical potential difference whose actual value is 1.53V, as shown in (b) of drawing 10.

[0132] In addition,  $x=0.343$ ,  $y=0.322$ , and Y value of x of said red and y coordination value are 24.31, and  $x=0.322$ ,  $y=0.378$ , and Y value of x of orange and y coordination value are 31.98.

[0133] Furthermore, the rate property of electrical-potential-difference-outgoing radiation in the 2nd metastable state is the property of drawing 11 as shown in (a), and change of the foreground color to driver voltage is blue in the time of impressing the electrical potential difference white and whose actual value are 2.03V in the time of impressing the electrical potential difference whose actual value is 1.53V, as shown in (b) of drawing 11.

[0134] In addition,  $x=0.320$ ,  $y=0.349$ , and Y value of x of said white and y coordination value are 34.36, and  $x=0.260$ ,  $y=0.278$ , and Y value of x of blue and y coordination value are 9.05.

[0135] That is, the above-mentioned liquid crystal display can perform color display which chooses the 1st metastable state, displays red and orange, chooses the 2nd metastable state, displays white and blue, and displays an image in red, orange, and blue into a white background.

[0136] And also when choosing the 1st metastable state for the actual value of that driver voltage and displaying red and orange, the liquid crystal display of this example Also when choosing the 2nd metastable state and displaying white and blue, that what is necessary is just to set it as two kinds, 1.53V and 2.03V. Therefore, it can take with 0.50V ( $=2.03V-1.53V$ ) by any 1st and 2nd metastable states, difference, i.e., operating voltage margin, of actual value large enough of two kinds of driver voltages in each metastable state.

[0137] Moreover, since two kinds of actual value when choosing and displaying the 1st metastable state and two kinds of actual value when choosing and displaying the 2nd metastable state are  $** (1.53V \text{ and } 2.03V)$ , a display drive also becomes easy.

[0138] As mentioned above, the liquid crystal display of the 2nd and 3rd examples of the above as well as the thing of the 1st example It has the electro-optics property of two displays that the orientation conditions of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell differ. Therefore, control of two or more transparency conditions of the transparency conditions which it is going to control gradually is performed using one electro-optics property. Since control of two or more of other transparency conditions can be performed using the electro-optics property of another side, even if a liquid crystal cell 10 is the thing of a simple matrix method An operating voltage margin can be enlarged to the drive duty, the time-sharing drive by high duty is enabled, and the display of a highly minute image with many pixels can be realized.

[0139] Moreover, also in these liquid crystal displays, it sets to the liquid crystal 18 of the liquid crystal cell 10 at a room temperature. viscosity -- 30 or more (desirable -- the range of 30 - 45cp -- more -- desirable -- the range of 34 - 42cp --) cp further -- desirable -- the range of 34 - 38cp, and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  -- 1.5 (desirable -- the range of 1.5-2.2 --) or more If the range of 1.5-2.0 and the liquid crystal ingredient in which the physical properties of the range of 1.5-1.7 are shown still more desirably are used more desirably Maintaining certainly the 1st or 2nd selected metastable state, the orientation condition of a liquid crystal molecule can be changed with the actual value of the driver voltage in the metastable state, and a reliable display action can be made to perform.

[0140] In addition, the liquid crystal display of the 2nd example of the above chooses the 1st metastable state, and displays red and white. Although display blue and black and the liquid crystal display of the 3rd example of the above chooses the 1st metastable state, red and orange are displayed, the 2nd metastable state is chosen [ the 2nd metastable state is chosen, ] and white and blue are displayed The foreground color can be chosen as arbitration by changing the value of  $\Delta n$  of a liquid crystal cell 10, and the sense of the transparency shafts 21a and 22a of the polarizing plates 21 and 22 of a front flesh side.

[0141] Moreover, in the liquid crystal display of this invention, the initial orientation condition of a liquid crystal cell 10 is not restricted to the above 1st - the 3rd example, and a liquid crystal molecule should just be in un-twisting or the spray orientation condition carried out twist orientation in one direction on the basis of the orientation processing direction of one of substrates by about 0 degree - about 180 degrees angle of torsion.

[0142] When an initial orientation condition is in the non-twisting orientation condition in which all the liquid crystal molecules carried out orientation along the orientation processing direction of one substrate

that angle of torsion is about 0 degree, for example, in addition, the 1st metastable state It is in the condition which carried out twist orientation in one direction by about 180-degree angle of torsion on the basis of the orientation processing direction of one [ said ] substrate, and canceled spray distortion. The 2nd metastable state It is in the condition which carried out twist orientation in the direction opposite to said 1st metastable state by about 180-degree angle of torsion on the basis of the orientation processing direction of one [ said ] substrate, and canceled spray distortion.

[0143] Moreover, when [ for example, ] an initial orientation condition is in the twist orientation condition in which the liquid crystal molecule carried out orientation in one direction by about 180-degree angle of torsion on the basis of the orientation processing direction of one substrate, The 1st metastable state is in the condition which carried out twist orientation in one direction by about 360-degree angle of torsion on the basis of the orientation processing direction of one [ said ] substrate, and canceled spray distortion. The 2nd metastable state is in the condition which all the liquid crystal molecules carried out non-twisting orientation along the orientation processing direction of one [ said ] substrate, and canceled spray distortion.

[0144] Thus, also when the initial orientation condition and the 1st and 2nd metastable states of a liquid crystal cell 10 are chosen If the direction of transparency shaft 21a of the side front polarizing plate 21 is set up in the direction of [ of the polarizing plates 21 and 22 of the pair arranged on both sides of a liquid crystal cell 10 ] which crosses aslant to orientation processing direction 11a of the side front substrate 11 of said liquid crystal cell 10 at least Also when choosing the 1st metastable state and controlling a transparency condition, and also when choosing the 2nd metastable state and controlling a transparency condition, color display by the birefringence effectiveness mode can be performed.

[0145] furthermore -- although the liquid crystal display of each above-mentioned example is what is displayed using a birefringence operation of the liquid crystal layer of a liquid crystal cell 10, and the polarization of the polarizing plates 21 and 22 of a pair -- it -- in addition, a phase contrast plate may be arranged between either of the polarizing plates 21 and 22 of a front flesh side or both, and a liquid crystal cell 10.

[0146] If especially addition of this phase contrast plate is effective in the liquid crystal display which performs color display by the birefringence effectiveness mode and a phase contrast plate is added to this liquid crystal display In order that each wavelength light may change each polarization condition a lot according to a birefringence operation of both said phase contrast plates and liquid crystal layers of a liquid crystal cell 10 and may carry out incidence to the background polarizing plate 22, The difference of the permeability of each wavelength light which penetrates the background polarizing plate 22 becomes large, and it follows. The difference of each wavelength luminous intensity from which the light which penetrated the background polarizing plate 22 constitutes the light becomes a clear large coloring light, and Moreover, since the permeability and its permeability difference of each of said wavelength light change a lot and the color of said coloring light changes with change of the orientation condition of the liquid crystal molecule according to the actual value of driver voltage, the number of foreground colors also increases.

[0147] In addition, although each liquid crystal display of the above 1st - the 3rd example is the thing of the reflective mold which has arranged the reflecting plate 30 to that rear-face side, this invention is applicable also to the liquid crystal display (thing without a reflecting plate 30) of the transparency mold displayed using the light from a back light.

[0148] Furthermore, this invention is applicable also to the reflective mold liquid crystal display which was equipped only with one polarizing plate, has arranged the polarizing plate to the front-face side of a liquid crystal cell, and has arranged the reflecting plate to the rear-face side of said liquid crystal cell, in that case, may form the electrode which may arrange a reflecting plate on the external surface of the background substrate of a liquid crystal cell, or is prepared in the inside of said background substrate by the metal membrane, and may make a reflecting plate serve a double purpose with this electrode.

[0149]

[Effect of the Invention] The liquid crystal display of this invention can perform control of two or more transparency conditions of the transparency conditions which have the electro-optics property of two displays that the orientation conditions of the liquid crystal molecule of a liquid crystal cell differ mutually, therefore it is going to control gradually using one electro-optics property, and can perform control of two or more of other transparency conditions using the electro-optics property of another side.

[0150] For this reason, according to this liquid crystal display, since the number of phases which can distribute when using one [ said ] electro-optics property for the whole page rank of a transparency condition, and when using the electro-optics property of said another side, therefore is driven by each metastable state decreases, the time-sharing drive of the small number of phases can be performed in each



metastable state.

[0151] Therefore, according to this liquid crystal display, using the liquid crystal cell of the simple matrix method which controls and drives the actual value of driver voltage, an operating voltage margin can be enlarged to that drive duty, the time-sharing drive by high duty is enabled, and the display of a highly minute image with many pixels can be realized.

[0152] And it sets to the liquid crystal display of this invention. Since viscosity uses for the pneumatic liquid crystal of said liquid crystal cell the liquid crystal ingredient which 30 or more cp and the elastic-coefficient ratios  $K_{33}/K_{11}$  show 1.5 or more physical properties in the room temperature, The stability of the orientation condition of the liquid crystal molecule in the 1st and 2nd metastable states of the above being high, therefore maintaining the selected metastable state certainly The orientation condition of a liquid crystal molecule can be changed with the actual value of the driver voltage in the metastable state, and a reliable display action can be made to perform.

---

[Translation done.]

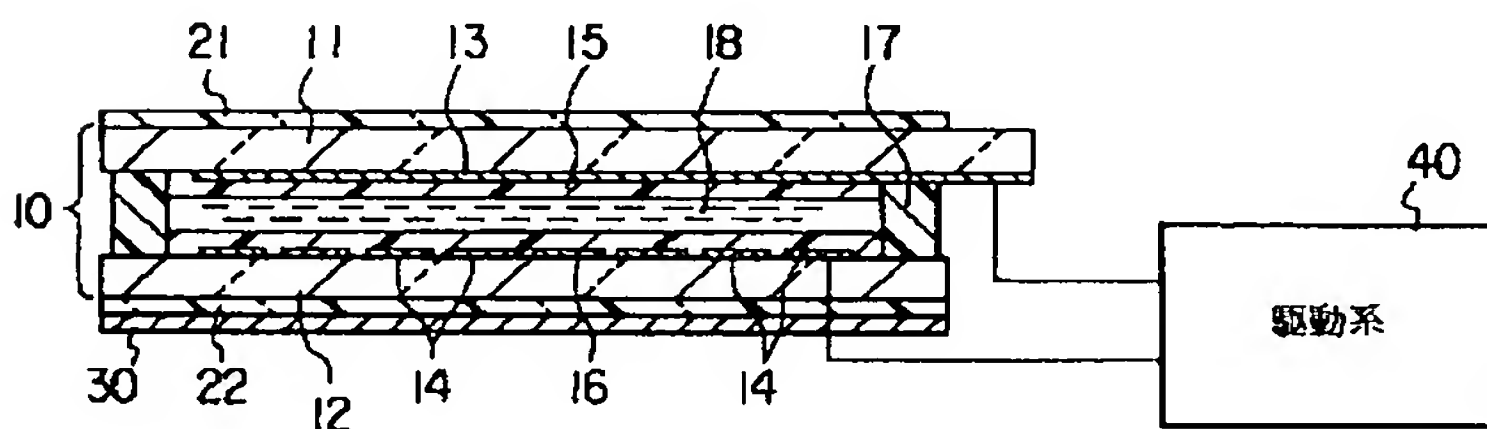
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

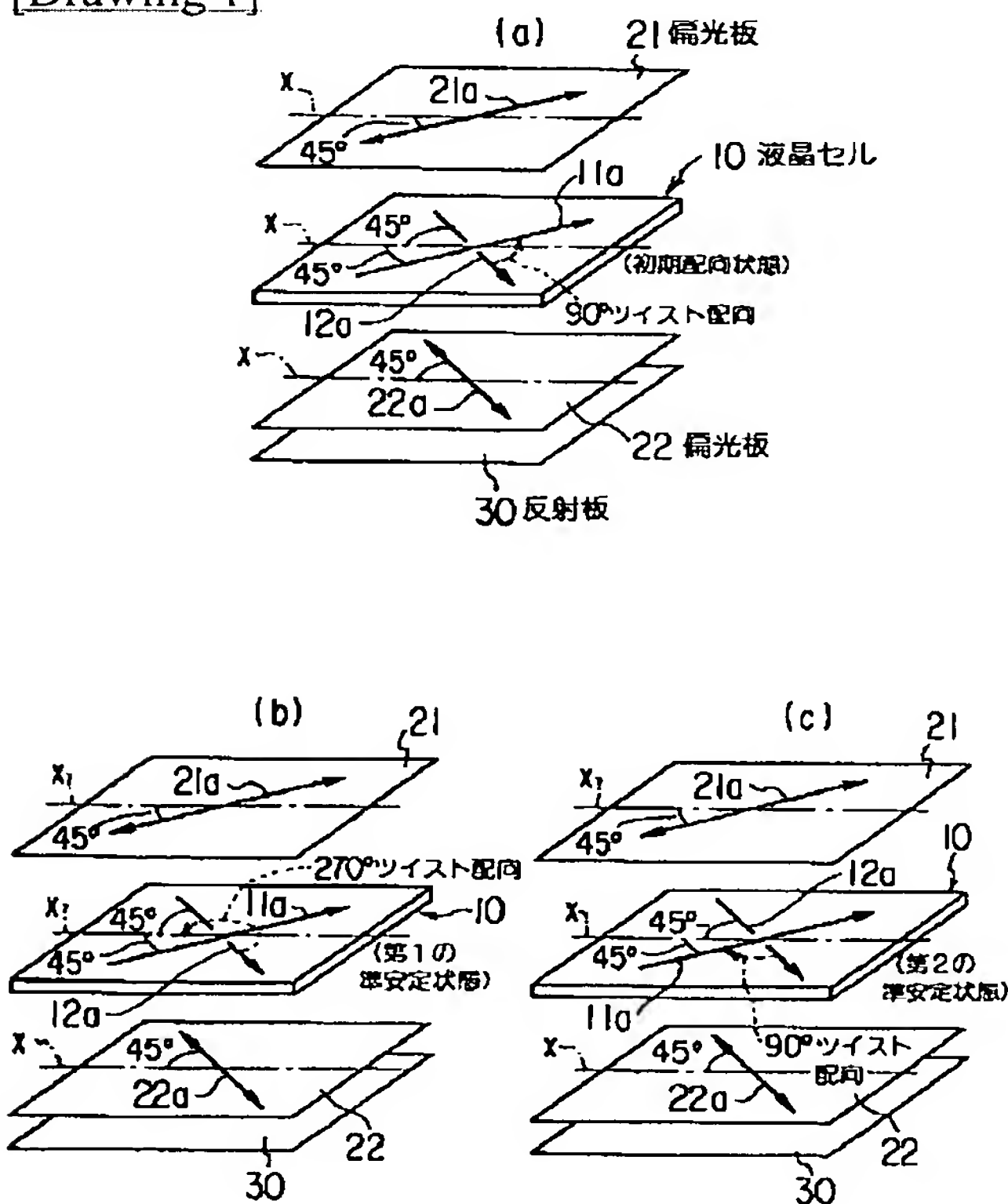
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 2]

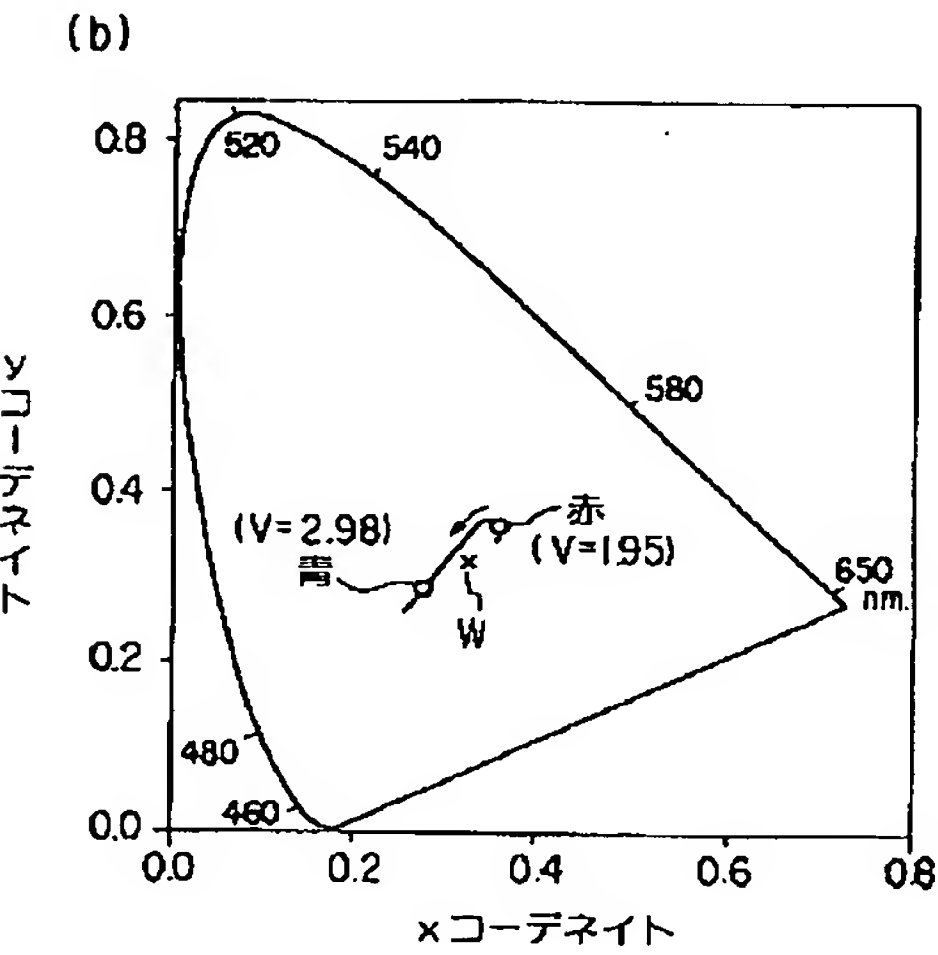
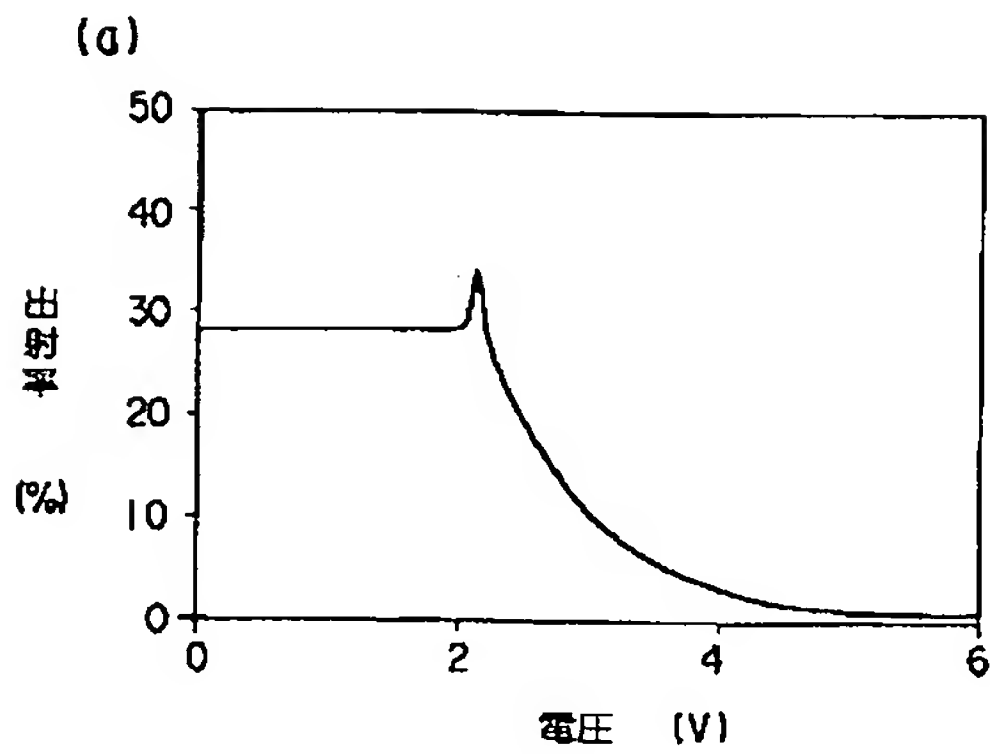


[Drawing 1]

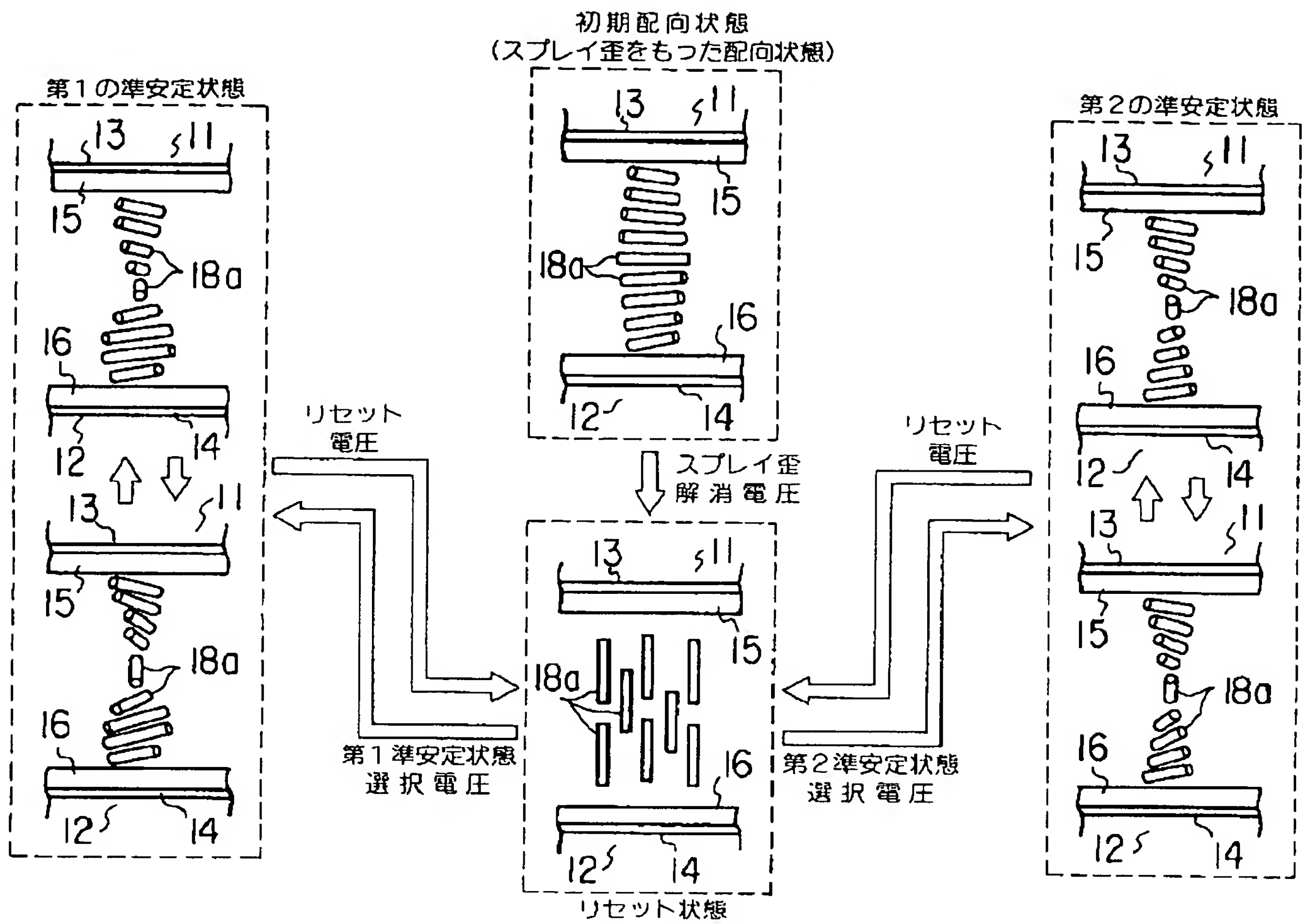


[Drawing 4]



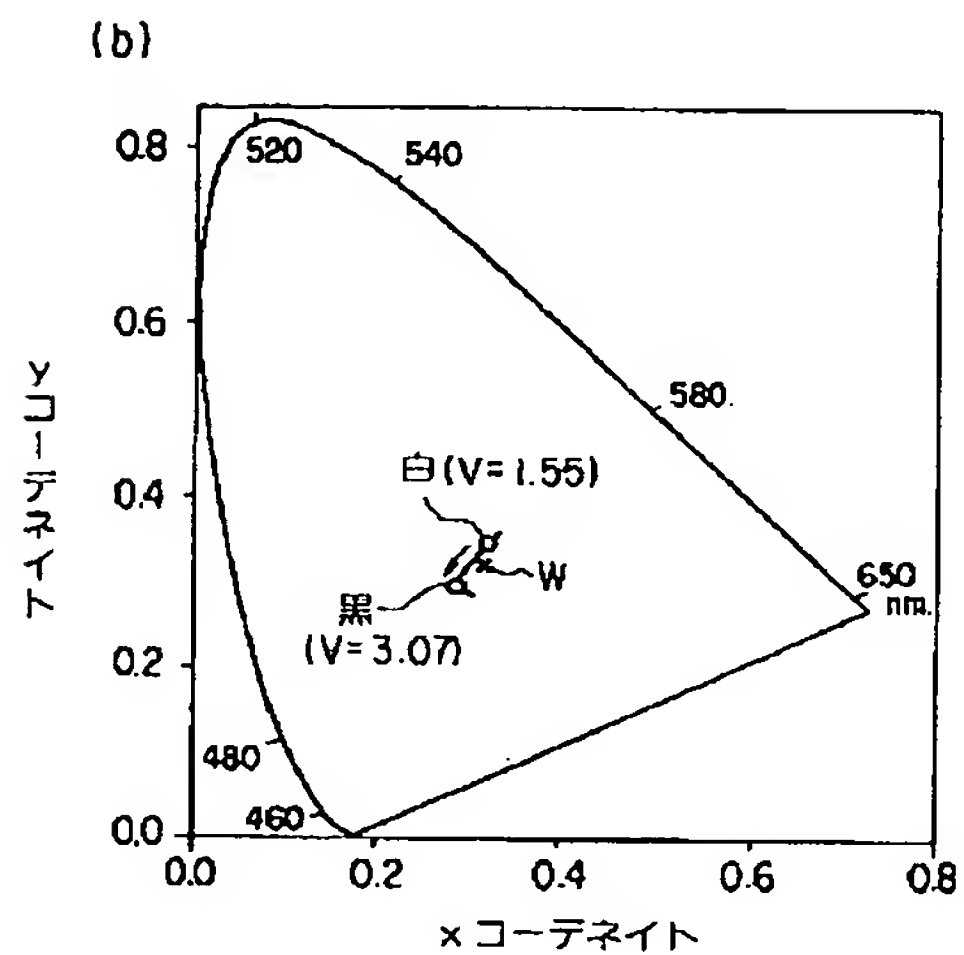
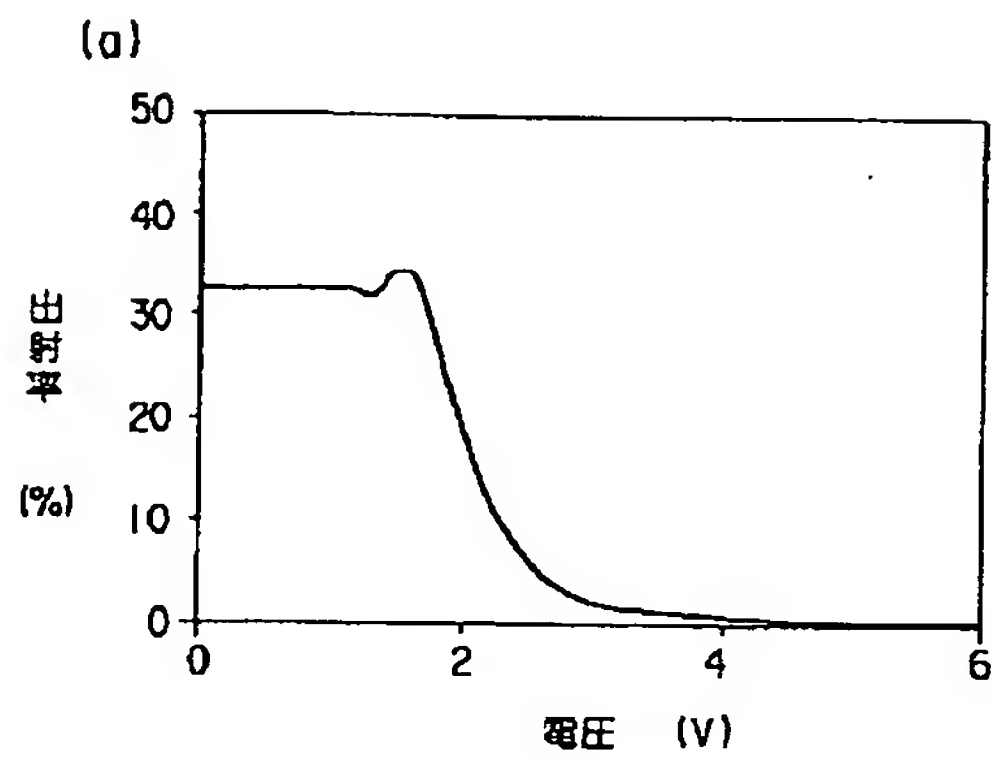


[Drawing 3]

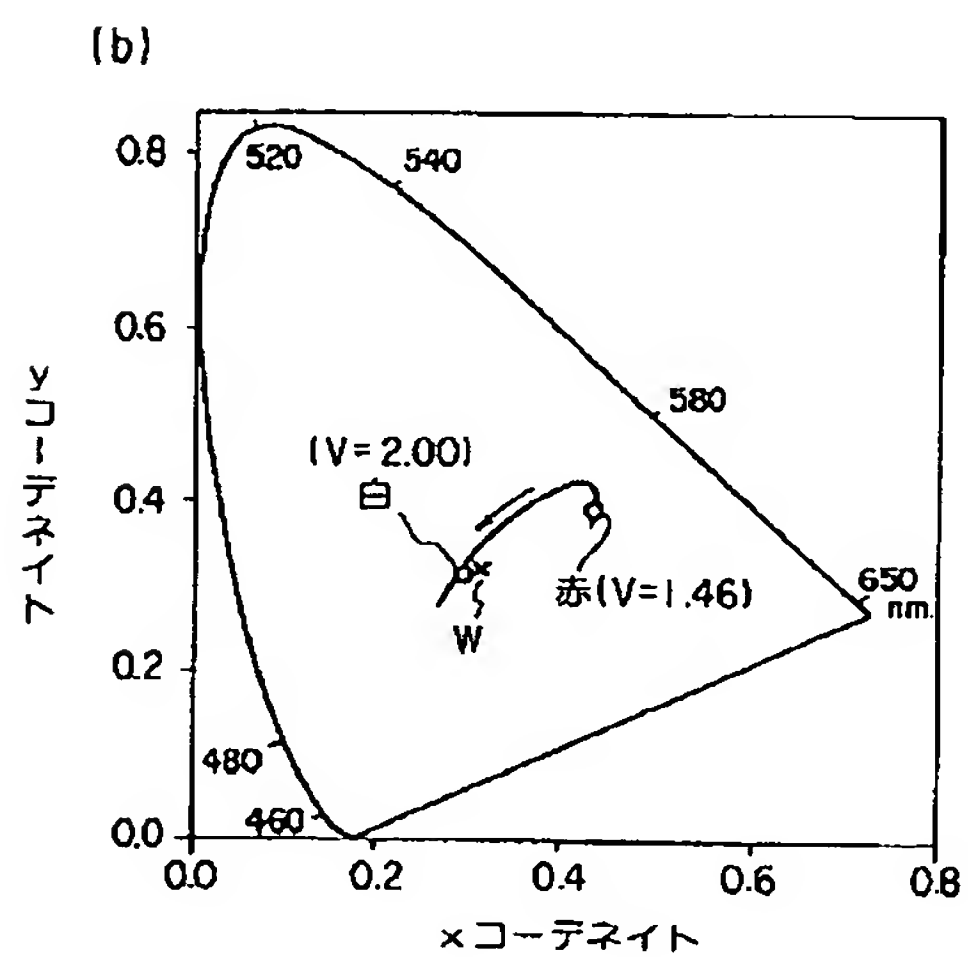
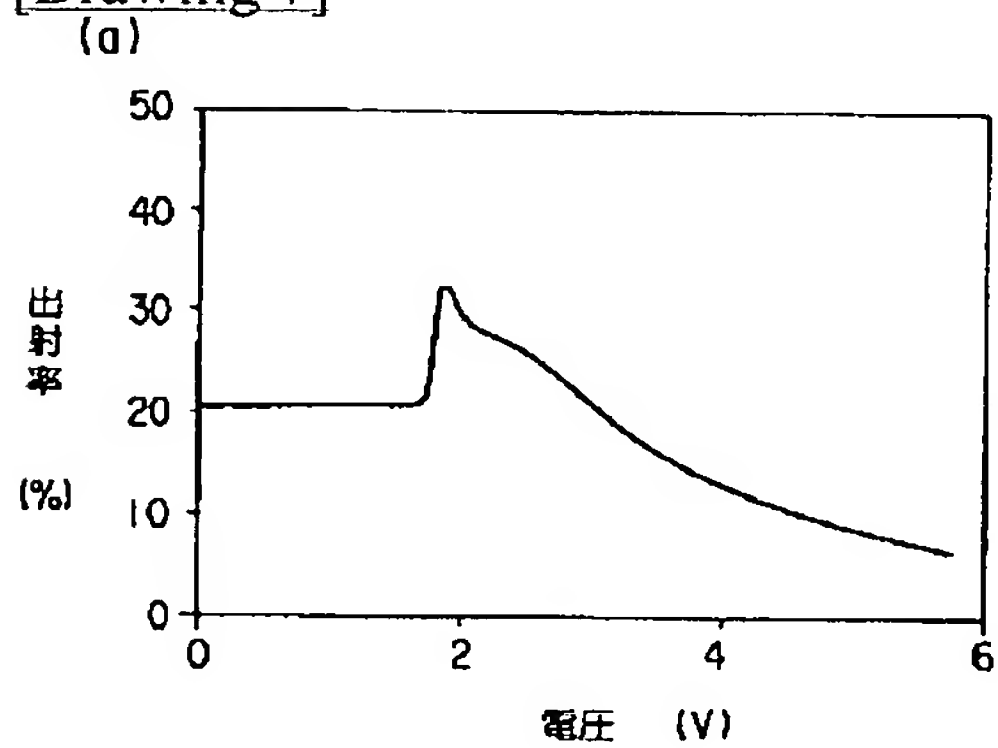


[Drawing 5]

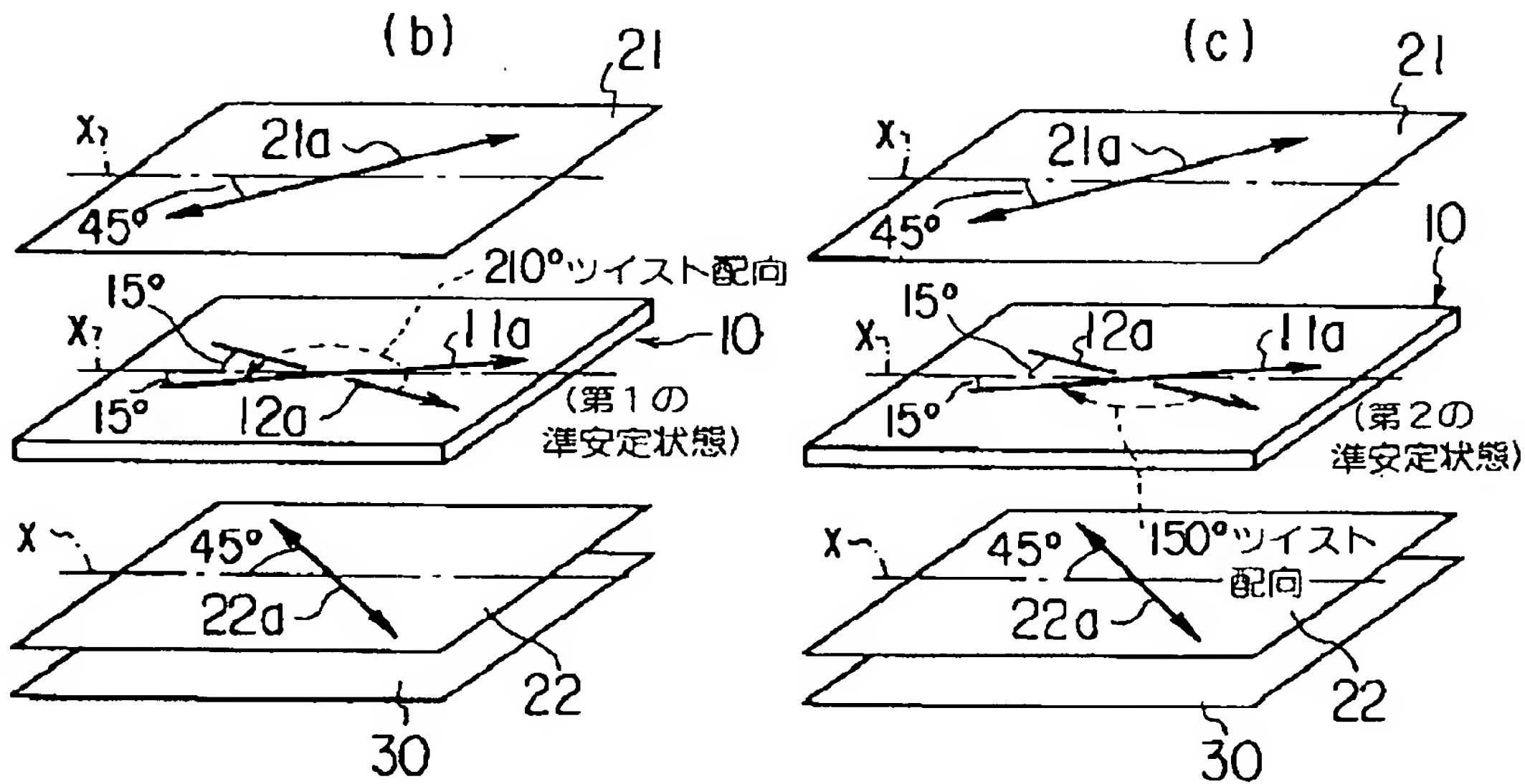
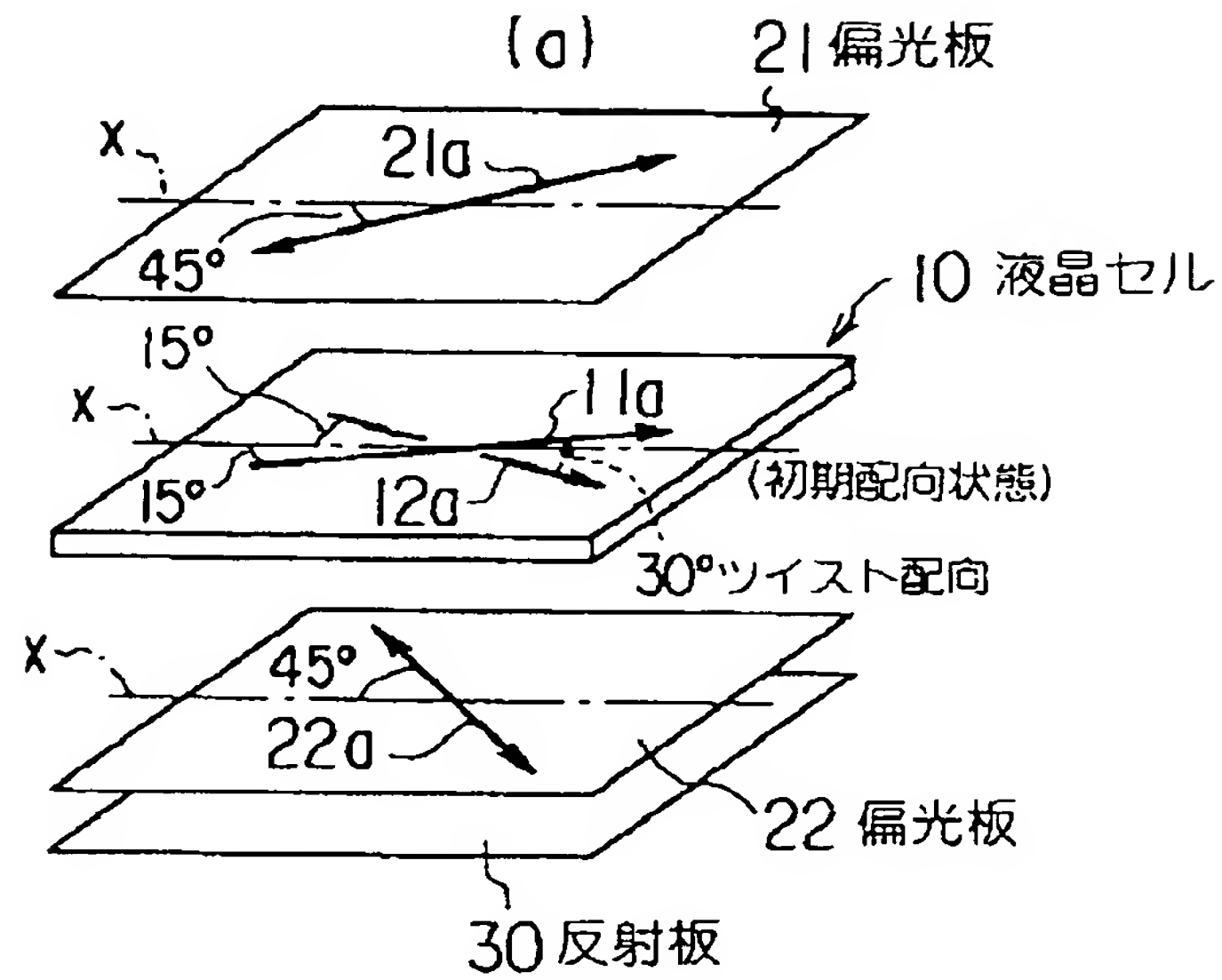




[Drawing 7]

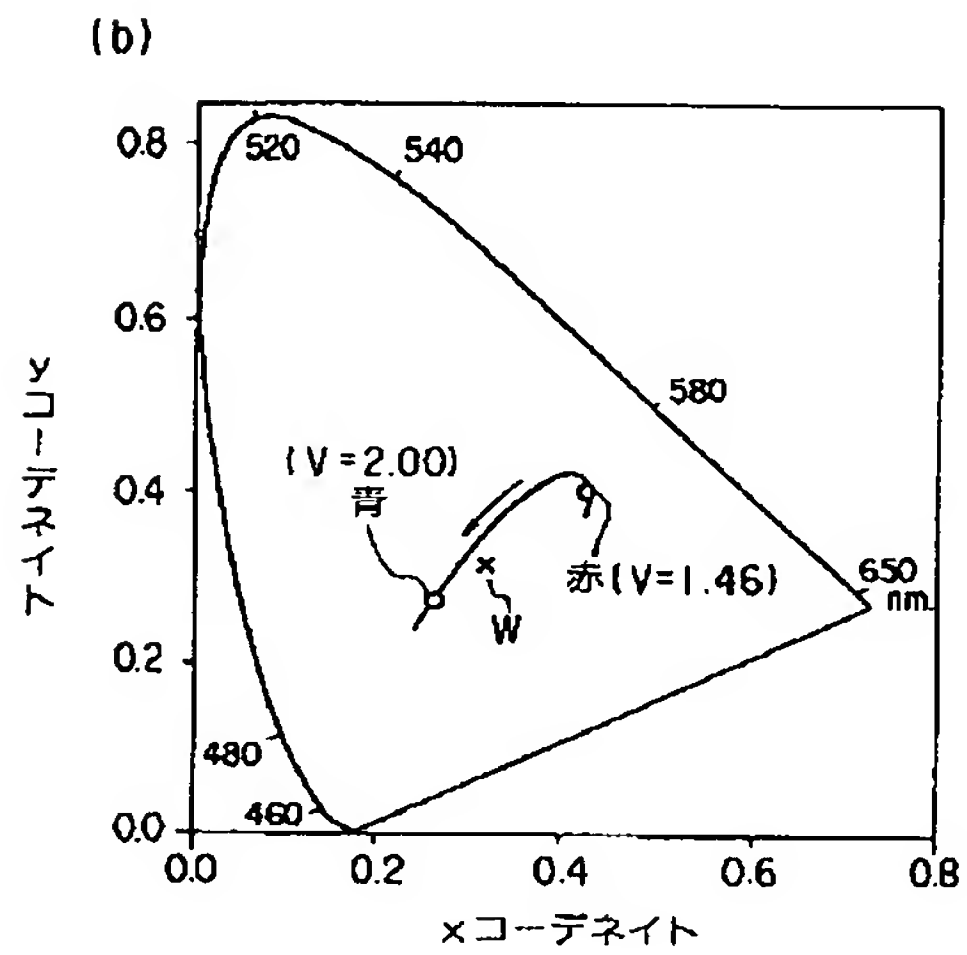
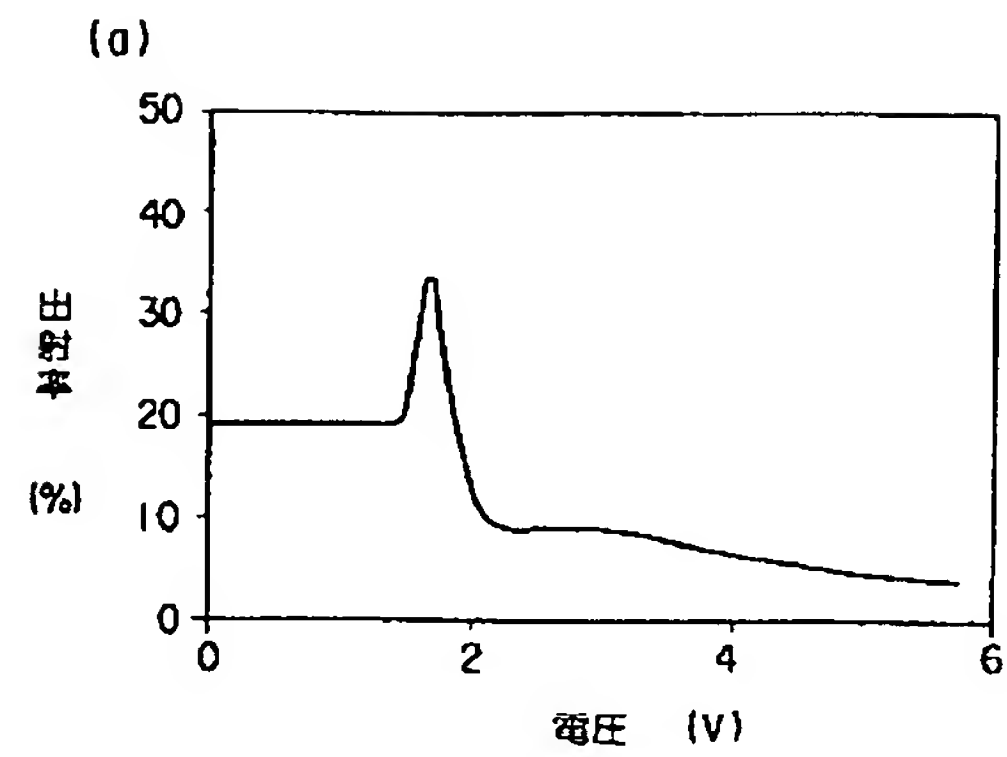


[Drawing 6]

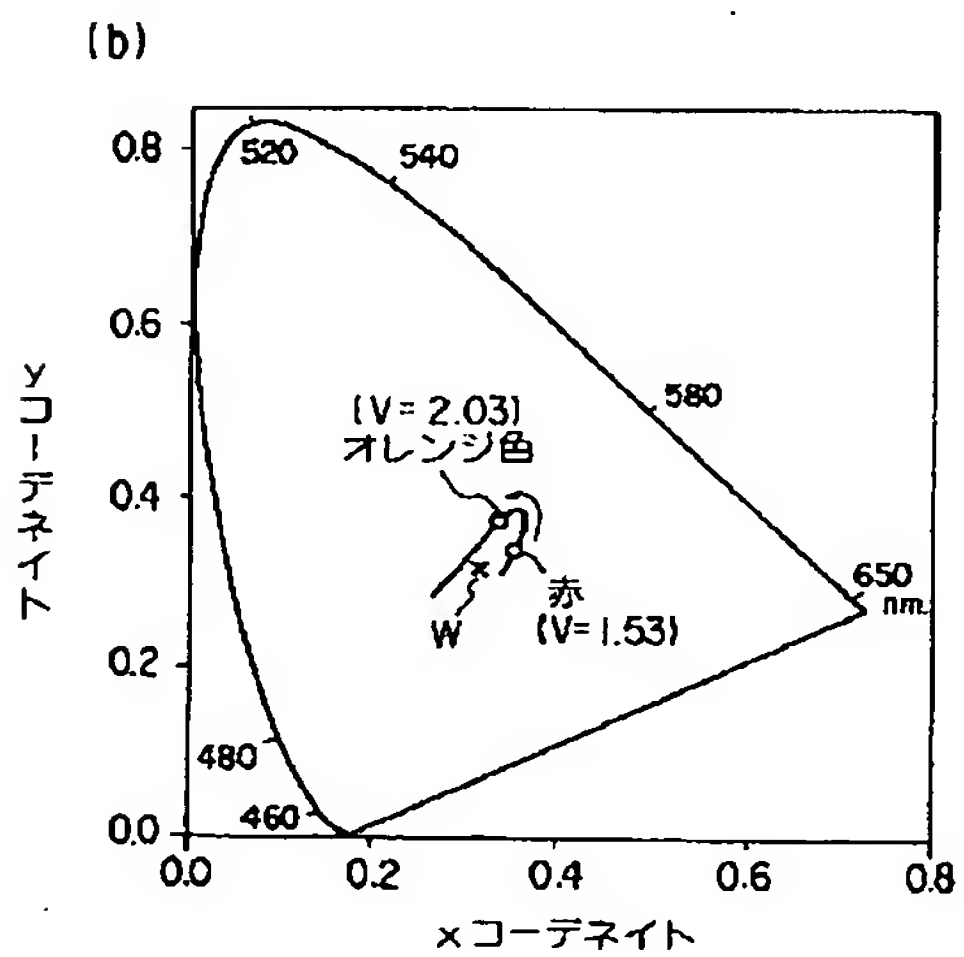
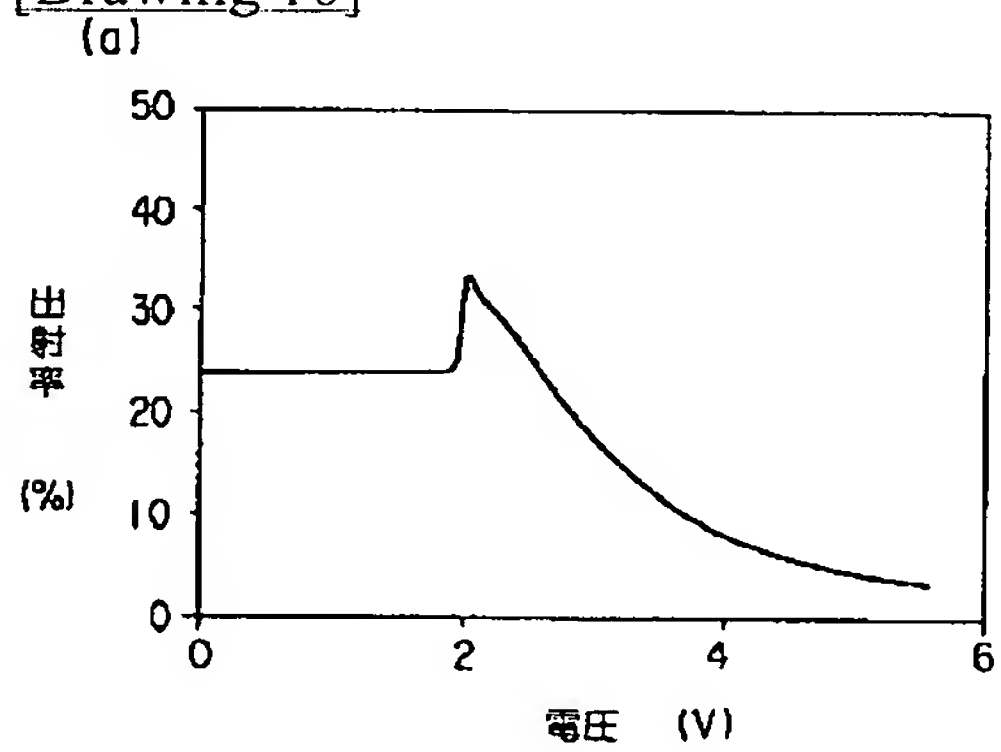


[Drawing 8]

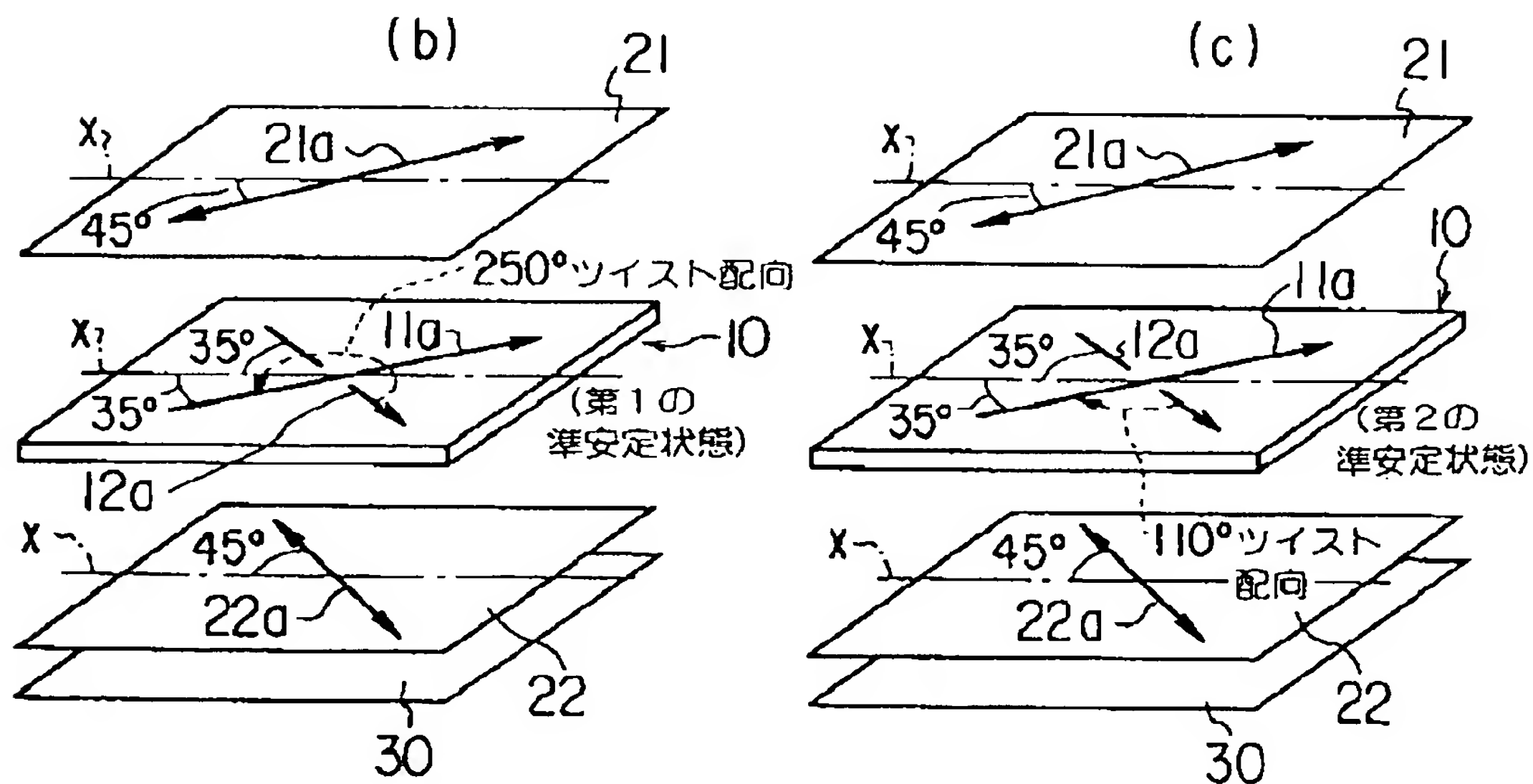
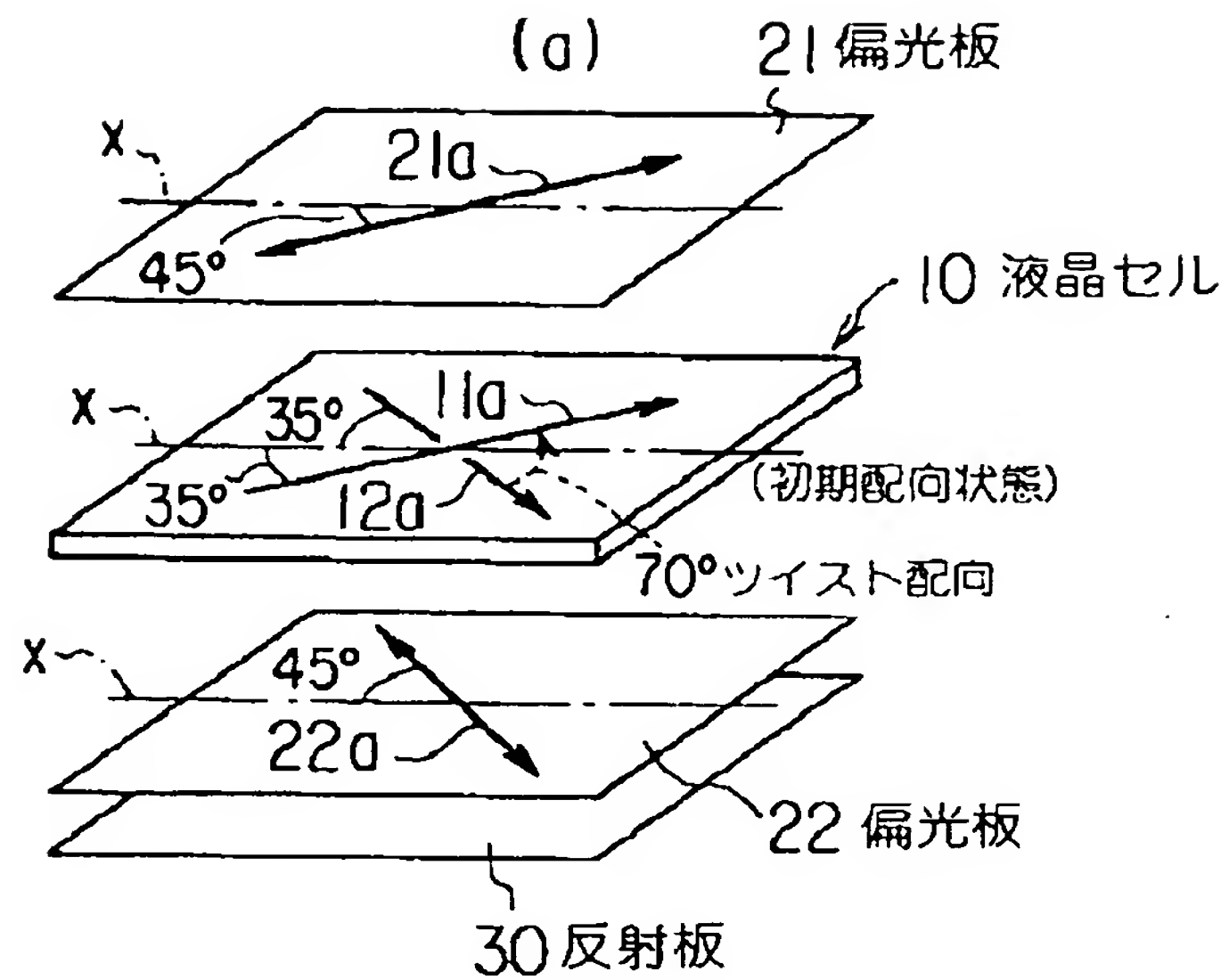




[Drawing 10]

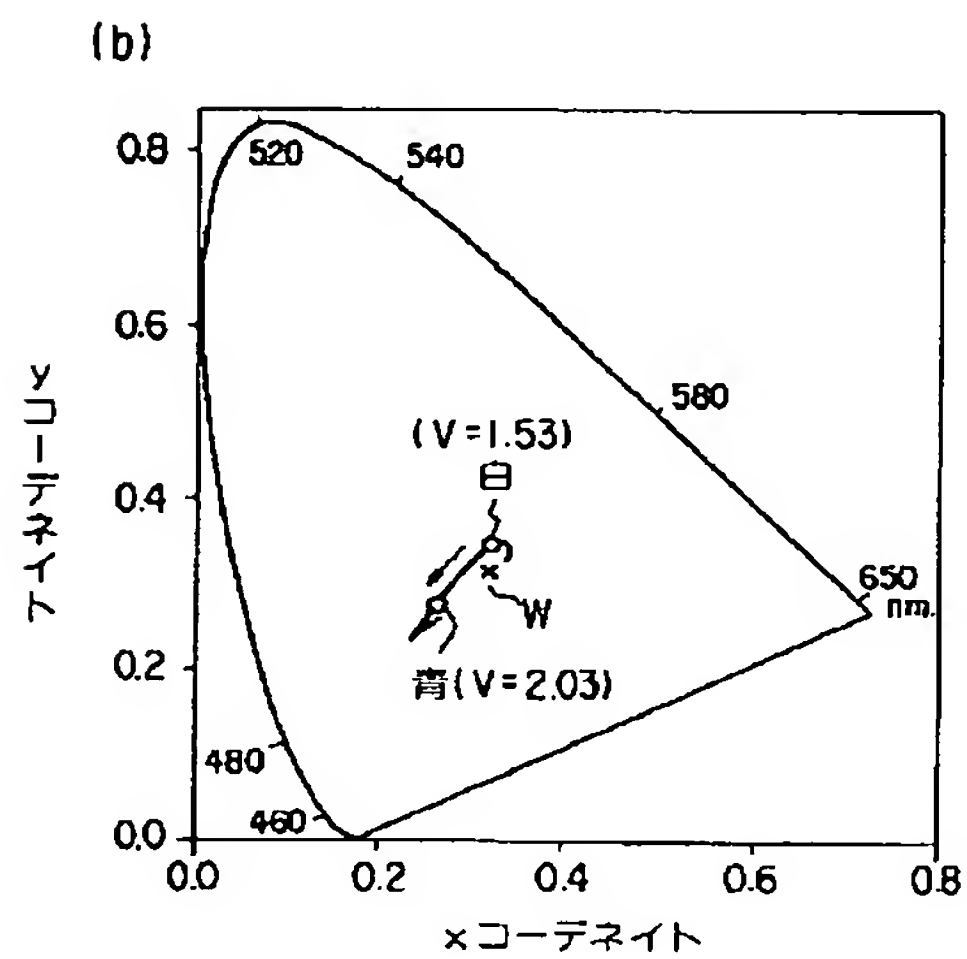
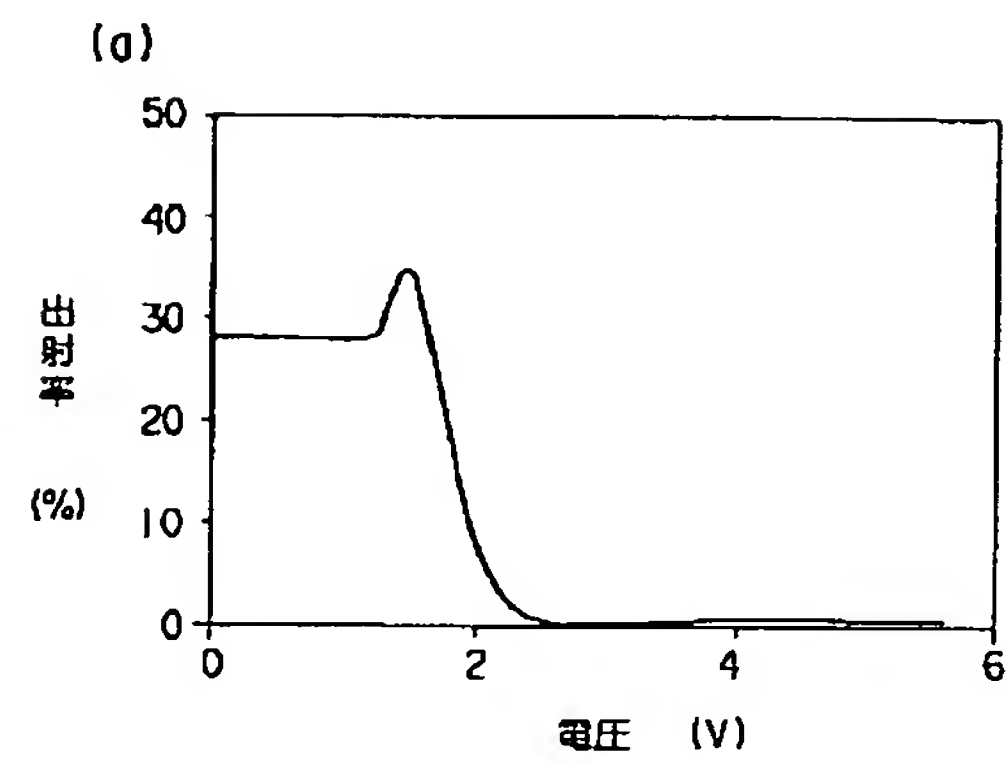


[Drawing 9]



[Drawing 11]





[Translation done.]

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-024032

(43)Date of publication of application : 29.01.1999

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/13

G02F 1/137

(21)Application number : 09-182463

(71)Applicant : CASIO COMPUT CO LTD

(22)Date of filing : 08.07.1997

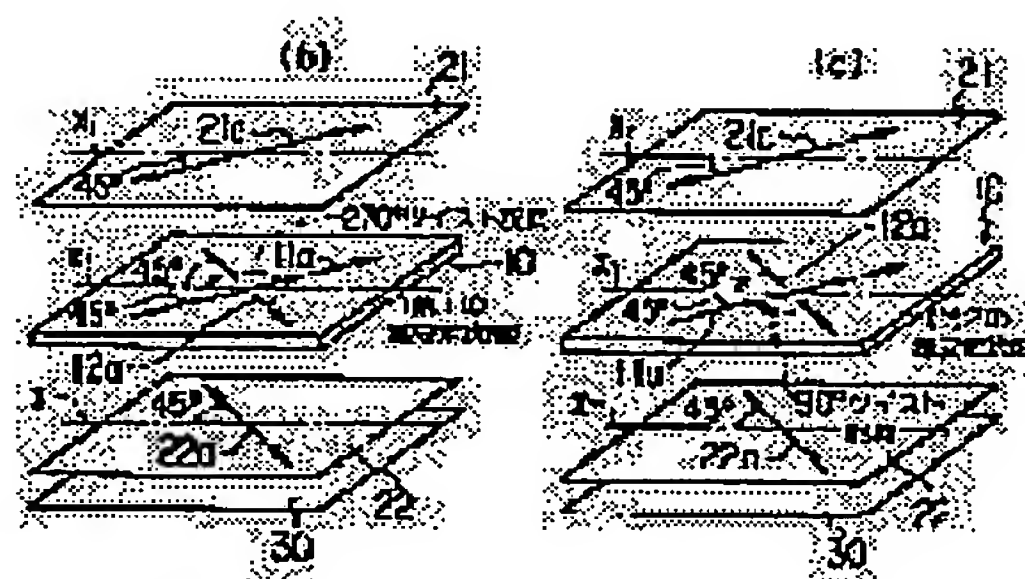
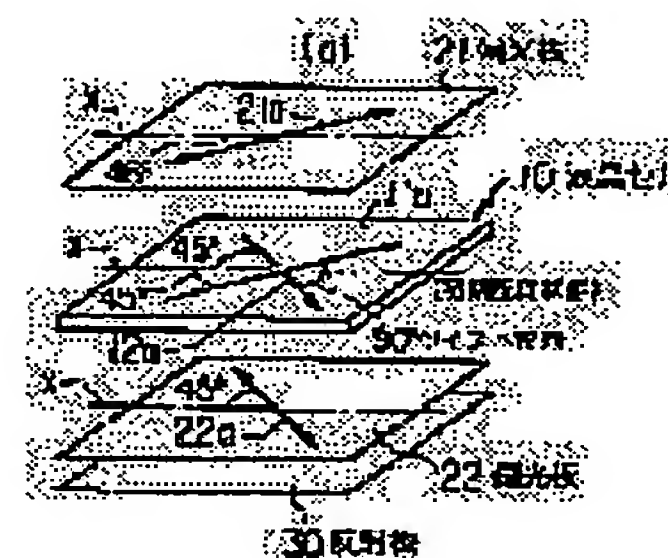
(72)Inventor : ONO TOSHIOMI

## (54) LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a liquid crystal display device which can be driven on a time-division basis with high duty even when display driving is performed by controlling the effective value of a driving voltage and can perform high-reliability display operation.

**SOLUTION:** The liquid crystal display device consists of a liquid crystal cell 10 which has liquid crystal molecules oriented into either of 1st and 2nd metastable states according to a metastable select voltage applied after a reset voltage is applied and changes in the orientation state in the metastable state according to the effective value of the driving voltage and polarizing plates 21 and 22; and electrooptic characteristics of the display device when the liquid crystal molecules are oriented into the 1st metastable state and electrooptic characteristics when the liquid crystal molecules are oriented into the 2nd metastable state are selectively used to make a display and a liquid crystal material having such properties that the viscosity is 30 to 45 cp and the elastic modulus ratio  $K_{33}/K_{11}$  is 1.5 to 2.2 is used for the liquid crystal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-24032

(43) 公開日 平成11年(1999) 1月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>G 0 2 F 1/133  
1/13  
1/137

識別記号

5 0 5  
5 0 0

F I

G 0 2 F 1/133 5 0 5  
1/13 5 0 0  
1/137

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号

特願平9-182463

(22) 出願日

平成9年(1997) 7月8日

(71) 出願人 000001443

カシオ計算機株式会社

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

(72) 発明者 小野 俊臣

東京都八王子市石川町2951番地の5 カシ  
オ計算機株式会社八王子研究所内

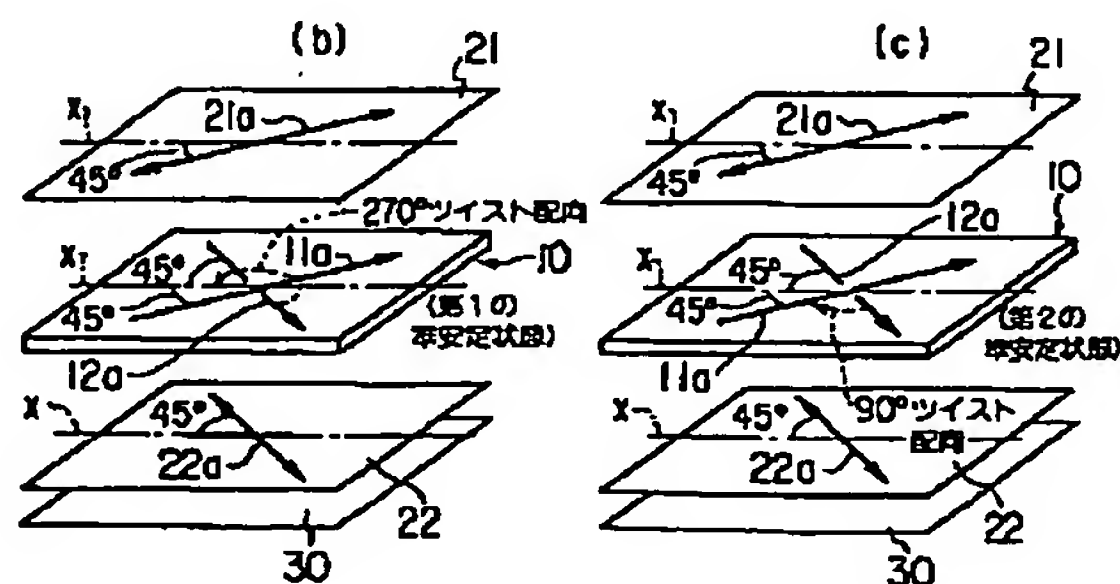
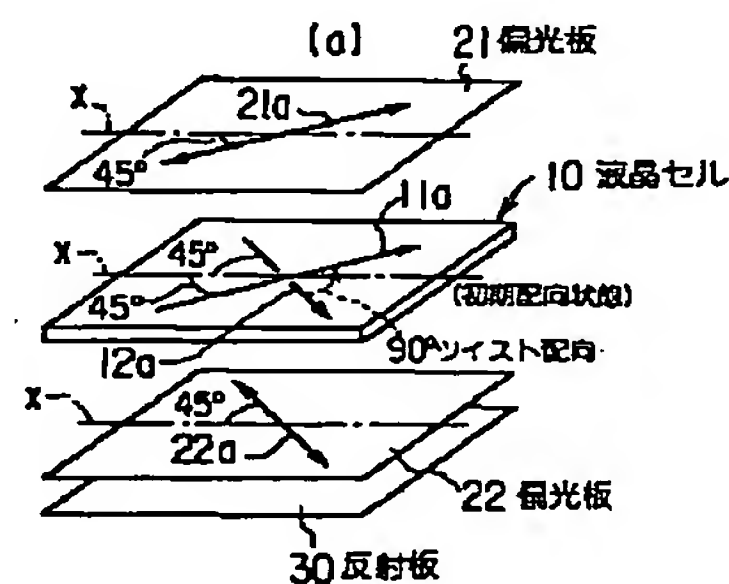
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外5名)

(54) 【発明の名称】 液晶表示装置

(57) 【要約】

【課題】 駆動電圧の実効値を制御して表示駆動されるのものであっても高デューティでの時分割駆動が可能であり、また信頼性の高い表示動作を行なわせることができる液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 リセット電圧の印加後に印加する準安定状態選択電圧に応じて液晶分子が第1と第2の準安定状態のいずれかに配向し、その準安定状態における配向状態が駆動電圧の実効値に応じて変化する液晶セル10と偏光板21、22とで液晶表示装置を構成し、液晶分子が第1の準安定状態に配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性と、液晶分子が第2の準安定状態に配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性とを選択的に利用して表示するとともに、液晶に、粘度が30～45 c pの範囲、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5～2.2の範囲にある物性の液晶材料を用いた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】互いに対向する面それぞれに電極が形成された一対の基板の間にネマティック液晶層を挟持した液晶セルと、この液晶セルの少なくとも表面側に配置された少なくとも一枚の偏光板とを備え、

前記液晶層は、前記一対の基板の電極間に、液晶分子をその分子長軸が基板面に対してほぼ垂直になるように配向させるリセット電圧を印加した後、それより低い値の第1の準安定状態選択電圧とこの第1の準安定状態選択電圧とは異なる第2の準安定状態選択電圧とのいずれかを10 選択的に印加することにより、液晶分子が、所定の状態で配向する第1の準安定状態とこの第1の準安定状態とは異なる配向状態で配向する第2の準安定状態とのいずれかに配向し、その第1および第2の準安定状態それぞれにおける駆動電圧の実効値に応じた液晶分子の電界誘起により前記液晶分子の配向状態が変化する特性を有しており、

前記ネマティック液晶は、室温において、粘度が30cP以上、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5以上の物性を示す液晶材料からなっていることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】前記液晶層は、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ0°〜ほぼ180°のねじれ角で非ツイストまたはツイスト配向したスブレィ配向の初期配向状態を有し、前記第1の準安定状態は、液晶分子が前記初期配向状態から前記一方の方向にさらにほぼ180°ねじれて配向してスブレィ歪を解消した配向状態、前記第2の準安定状態は、液晶分子が前記初期配向状態から前記一方の方向とは逆方向にほぼ180°ねじれて配向してスブレィ歪を解消した配向状態であることを特徴とする請求項1に記載の液晶表示装置。

【請求項3】前記液晶材料の粘度は30〜45cPの範囲であり、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5〜2.2の範囲であることを特徴とする請求項1または請求項2の何れかに記載の液晶表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、高デューティでの時分割駆動を可能とした液晶表示装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】液晶表示装置には、バックライトからの光を利用して表示する透過型のものと、自然光や室内照明光等の外光を利用して表示する反射型のものがある。これらの液晶表示装置は、液晶セルをはさんでその表面側と裏面側とに偏光板を配置したものであり、反射型の液晶表示装置は、裏側偏光板の裏面側に反射板を配置して構成されている。なお、反射型の液晶表示装置には、偏光板を1枚だけ備えたものもあり、この反射型液

晶表示装置は、液晶セルの表面側に偏光板を配置し、前記液晶セルの裏面側に反射板を配置して構成されている。

【0003】これらの液晶表示装置に用いられる液晶セルは、互いに対向する面それぞれに電極が形成されるとともにその電極が形成された面上にそれぞれ配向処理が施された一対の基板間に液晶を挟持した構成となっており、液晶の分子は、それぞれの基板の近傍における配向方向を前記配向膜により規制されて、所定の配向状態（例えばツイスト配向状態）で配向している。

【0004】上記液晶表示装置は、液晶セルの各画素部の電極間に表示データに応じた駆動電圧を印加して表示駆動されており、前記電極間に電圧を印加すると、液晶分子が電圧無印加の初期配向状態から基板面に対して立上がるように配向状態を変え、その配向状態に応じて光の透過が制御される。

【0005】ところで、上記液晶表示装置には、単純マトリックス方式の液晶セルを用いるものと、アクティブマトリックス方式の液晶セルを用いるものがあるが、液晶セルの構造が極く簡単で低コストに得られるという点では、単純マトリックス方式が有利である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、単純マトリックス方式の液晶セルを用いる液晶表示装置は、液晶セルの各画素部の電極間（走査電極と信号電極との間）への書込み電圧の印加によって液晶層に印加される駆動電圧の実効値を制御することにより、前記駆動電圧の実効値に応じた液晶分子の電界誘起による前記液晶分子の配向状態を変化させて表示駆動されるため、光の透過状態を段階的に制御する表示を行なう場合、時分割数が多くなると、各段階に対応する実効値の差を大きくとることができなくなり、そのために、高デューティで時分割駆動しようとする、液晶セルを駆動する際の動作電圧マージン（各階調を表示するための電圧の実効値の差）が小さくなり、明確な段階的表示ができなくなる。

【0007】このため、単純マトリックス方式の液晶セルを用いる液晶表示装置は、高デューティでの時分割駆動が難しく、したがって、画素数を多くして表示画像の高精細化をはかることは困難であった。

【0008】この発明は、駆動電圧の実効値を制御して駆動される液晶セルを用いるものでありながら、その駆動デューティに対して動作電圧マージンを大きくして、高デューティでの時分割駆動を可能とし、画素数の多い高精細画像の表示を実現するとともに、信頼性の高い表示動作を行なわせることができる液晶表示装置を提供することを目的としたものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】この発明の液晶表示装置は、互いに対向する面それぞれに電極が形成された一対の基板の間にネマティック液晶層を挟持した液晶セル

と、この液晶セルの少なくとも表面側に配置された少なくとも一枚の偏光板とを備え、前記液晶層は、前記一对の基板の電極間に、液晶分子をその分子長軸が基板面に対してほぼ垂直になるように配向させるリセット電圧を印加した後、それより低い値の第1の準安定状態選択電圧とこの第1の準安定状態選択電圧とは異なる第2の準安定状態選択電圧とのいずれかを選択的に印加することにより、液晶分子が、所定の状態で配向する第1の準安定状態とこの第1の準安定状態とは異なる配向状態で配向する第2の準安定状態とのいずれかに配向し、その第1および第2の準安定状態それぞれにおける駆動電圧の実効値に応じた液晶分子の電界誘起により前記液晶分子の配向状態が変化する特性を有しており、前記ネマティック液晶は、室温において、粘度が30 c p以上、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5以上の物性を示す液晶材料からなっていることを特徴とするものである。

【0010】この発明の液晶表示装置は、液晶分子を上記第1と第2のいずれかの準安定状態に配向させ、それぞれの準安定状態における液晶分子の配向状態を駆動電圧の実効値に応じて変化させて光の透過状態を制御するものであり、第1の準安定状態を選択したときは、液晶分子が前記第1の準安定状態に配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性をもち、第2の準安定状態を選択したときは、液晶分子が前記第2の準安定状態に配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性をもつ。

【0011】すなわち、この液晶表示装置は、液晶セルの液晶分子の配向状態が互いに異なる2つの表示装置の電気光学特性を合わせ持ったものであり、したがって、段階的に制御しようとする透過状態のうちの複数の透過状態の制御を一方の電気光学特性を利用して行ない、他の複数の透過状態の制御を他方の電気光学特性を利用して行なうことができる。

【0012】このため、この液晶表示装置によれば、透過状態の全段階数を、前記一方の電気光学特性を利用するとき、つまり第1の準安定状態を選択して光の透過状態を制御するときと、前記他方の電気光学特性を利用するとき、つまり第2の準安定状態を選択して光の透過状態を制御するときとに振り分けることができ、そのために、それぞれの準安定状態で駆動される段階数が少なくなるから、それぞれの準安定状態の中で、少ない段階数の時分割駆動を行なうことができる。

【0013】したがって、この液晶表示装置によれば、駆動電圧の実効値を制御して駆動される液晶セルを用いるものでありながら、その駆動デューティに対して動作電圧マージンを大きくし、高デューティでの時分割駆動を可能として、画素数の多い高精細画像の表示を実現することができる。

【0014】そして、この発明の液晶表示装置においては、前記液晶セルのネマティック液晶に、室温におい

て、粘度が30 c p以上、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5以上の物性を示す液晶材料を用いているため、上記第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態の安定性が高く、したがって、選択した準安定状態を確実に維持しながら、その準安定状態での駆動電圧の実効値により液晶分子の配向状態を変化させて、信頼性の高い表示動作を行なわせることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】この発明の液晶表示装置は、液晶分子が、リセット電圧を印加した後の第1または第2の準安定状態選択電圧の選択的な印加により配向する第1と第2のいずれかの準安定状態と、その準安定状態が選択された後の駆動電圧の実効値に応じた電界誘起による配向状態とに配向する液晶層を備えた液晶セルを用い、前記第1と第2の準安定状態および駆動電圧の実効値に応じた配向状態を制御することにより、前記第1および第2の準安定状態の各々において光の透過状態を複数の段階に制御するようにして、高デューティでの時分割駆動を可能とするとともに、前記液晶に、室温において、粘度が30 c p以上、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5以上の物性を示す液晶材料を用いることにより、選択した準安定状態を確実に維持しながらその準安定状態での駆動電圧の実効値により液晶分子の配向状態を変化させて、信頼性の高い表示動作を行なわせるようにしたものである。

【0016】この発明の液晶表示装置において、前記液晶セルの液晶層は、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ $0^\circ \sim 180^\circ$ のねじれ角で非ツイストまたはツイスト配向したスプレイ配向の初期配向状態を有し、前記第1の準安定状態は、液晶分子が前記初期配向状態から前記一方の方向にさらにほぼ $180^\circ$ ねじれて配向してスプレイ歪を解消した配向状態、前記第2の準安定状態は、液晶分子が前記初期配向状態から前記一方の方向とは逆方向にほぼ $180^\circ$ ねじれて配向してスプレイ歪を解消した配向状態である。

【0017】また、この発明の液晶表示装置において、前記液晶材料の粘度は30~45 c pの範囲であり、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5~2.2の範囲であるのが望ましい。

【0018】

【実施例】以下、この発明を反射型の液晶表示装置に適用した実施例を図面を参照して説明する。図1はこの発明の第1の実施例による液晶表示装置の基本構成を示す斜視図であり、(a)は初期配向状態、(b)は第1の準安定状態、(c)は第2の準安定状態を示している。図2は前記液晶表示装置の断面図である。

【0019】この実施例の液晶表示装置は、図1および図2に示すように、液晶セル10をはさんでその表面側と裏面側とに偏光板21、22を配置するとともに、裏



側の偏光板 22 の背後に反射板 30 を配置し、さらに前記液晶セル 10 に、この液晶セル 10 を駆動するための駆動系 40 を接続して構成されている。

【0020】上記液晶セル 10 は、図 2 のように、内面に透明電極 13、14 が設けられるとともにその上に配向処理を施した配向膜 15、16 が形成された表裏一對の透明基板 11、12 間に液晶 18 を挟持したものであり、前記一對の基板 11、12 は枠状のシール材 17 を介して接合されており、液晶 18 は両基板 11、12 間の前記シール材 17 で囲まれた領域に封入されている。なお、前記配向膜 15、16 はポリイミド等からなる水平配向膜であり、その膜面を所定の方法にラビングすることによって配向処理されている。

【0021】この液晶セル 10 は、単純マトリックス型のものであり、その表側基板 11 に設けられた透明電極 13 は、一方向（図 2 において左右方向）に沿わせて形成された複数本の走査電極、裏側基板 12 に設けられた透明電極 14 は、前記走査電極 13 とほぼ直交する方向に沿わせて形成された複数本の信号電極である。

【0022】さらに、この液晶セル 10 は、その液晶 18 に、カイラル剤を添加してツイスト配向性をもたせたネマティック液晶を用いたものであり、この実施例で用いたネマティック液晶は、室温において、粘度が 30 cP 以上、弾性定数比  $K_{33}/K_{11}$  が 1.5 以上の物性を示す液晶材料からなっている。

【0023】前記液晶材料の粘度は、望ましくは 30～45 cP の範囲であり、弾性定数比  $K_{33}/K_{11}$  は、望ましくは 1.5～2.2 の範囲である。前記液晶セル 10 の液晶層は、初期配向状態では、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向に  $0^\circ \sim 180^\circ$  のねじれ角で非ツイスト配向（ねじれ角が  $0^\circ$  配向）またはツイスト配向したスプレイ配向状態にある。

【0024】そして、この液晶セル 10 は、その液晶層に、液晶分子が基板 11、12 面に対してほぼ垂直に立上がり配向する十分高い電圧値のリセット電圧を印加した後にそれより低い所定の値の選択電圧を印加することにより、液晶分子が初期配向状態から前記一方の方向（初期配向状態でのツイスト配向方向と同じ方向）にさらにほぼ  $180^\circ$  ねじれてツイスト配向してスプレイ歪を解消した第 1 の準安定状態になり、また前記リセット電圧の印加後、それより低い他の所定の値の選択電圧の印加により、液晶分子が前記初期配向状態から前記一方の方向とは逆方向（第 1 の準安定状態でのツイスト配向方向とは逆の方向）にほぼ  $180^\circ$  ねじった角度でツイスト配向してスプレイ歪を解消した第 2 の準安定状態になるとともに、前記第 1 および第 2 の準安定状態における液晶分子の配向状態が、表示データに応じて印加される駆動電圧の実効値に応じて変化する電界により誘起された配向状態を有している。

【0025】なお、この実施例では、前記初期配向状態での液晶分子のねじれ角をほぼ  $90^\circ$  としており、したがって、前記第 1 の準安定状態は、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ  $270^\circ$  のねじれ角でツイスト配向する状態であり、第 2 の準安定状態は、液晶分子が前記一方の基板の配向処理方向を基準として前記第 1 の準安定状態とは逆の方向にほぼ  $90^\circ$  のねじれ角でツイスト配向する状態である。

10 【0026】図 1 において、11a、12a は液晶セル 10 の両基板 11、12 の配向処理方向（配向膜 15、16 のラビング方向）を示しており、この実施例では、表側基板 11 の配向膜 15 を、液晶表示装置の画面の横軸 x に対し表面側から見て左回りにほぼ  $45^\circ$  ずれた方向であって前記画面の左下から右上に向かう方向に配向処理し、裏側基板 12 の配向膜 16 を、前記横軸 x に対し表面側から見て右回りにほぼ  $45^\circ$  ずれた方向であって前記画面の左上から右下に向かう方向に配向処理している。すなわち、両基板 11、12 の配向処理方向 11a、12a は、互いにほぼ直交する方向である。

20 【0027】また、この実施例では、上記液晶 18 として、表面側から見て左回りのツイスト配向性を有するカイラル剤を添加したものを用いており、したがって、この液晶セル 10 の液晶分子は、初期配向状態では、スプレイ歪をもって、表面側から見て左回り方向（カイラル剤による付与されるねじれ方向）にほぼ  $90^\circ$  のねじれ角でツイスト配向している。

30 【0028】この初期配向状態は、液晶分子が、両基板 11、12 の近傍においてそれぞれの配向処理方向 11a、12a に沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板 12 の配向処理方向 12a を基準として、図 1 の（a）に破線矢印で示した方向、つまりカイラル剤により付与されるねじれ方向に、ほぼ  $90^\circ$  のねじれ角でツイスト配向したスプレイ配向状態である。

【0029】上記初期配向状態は、実際に表示には使用しない状態であり、上記液晶セル 10 は、その各画素部の液晶分子の配向状態を、上述した第 1 および第 2 の準安定状態に配向させて表示駆動される。

40 【0030】上記第 1 の準安定状態と第 2 の準安定状態は、前記初期配向状態から液晶分子のねじれ角がほぼ  $180^\circ$  変化してスプレイ歪を解消した状態であり、前記裏側基板 12 の配向処理方向 12a を基準として、カイラル剤により付与されるねじれ方向へのねじれ角を + の角度、前記カイラル剤により付与されるねじれ方向とは逆方向（カイラル剤によるねじれをほどく方向）へのねじれ角を - の角度とすると、第 1 の準安定状態は、初期配向状態に対してねじれ角が  $+180^\circ$  変化したツイスト配向状態であり、第 2 の準安定状態は、初期配向状態に対してねじれ角が  $-180^\circ$  変化したツイスト配向状

態である。

【0031】上記初期配向状態から第1および第2の準安定状態への配向状態の切換えは、液晶セル10の各画素部の電極間（走査電極13と信号電極14との間）に、まず液晶分子が基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向する十分高い電圧値のスプレイ歪解消電圧を印加し、その後、前記電極間に、所定の値の選択電圧を印加することによって行なわれる。

【0032】すなわち、スプレイ歪解消電圧の印加により液晶分子を基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向させた後に、前記スプレイ歪解消電圧よりも低い所定の値の選択電圧（以下、第1準安定状態選択電圧という）を印加すると、液晶分子が初期配向状態でのねじれ角にさらにほぼ $180^\circ$ のねじれが加わったねじれ角（ $90^\circ + 180^\circ = 270^\circ$ ）でツイストする状態に配向してスプレイ歪を解消し、第1の準安定状態になる。

【0033】この第1の準安定状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図1の（b）に破線矢印で示したツイスト方向、つまり表面側から見て左回り方向（カイラル剤により付与されるねじれ方向）に、ほぼ $270^\circ$ のねじれ角でツイスト配向する状態である。

【0034】また、スプレイ歪解消電圧の印加により液晶分子を基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向させた後に、前記スプレイ歪解消電圧よりも低い所定の値の選択電圧（以下、第2準安定状態選択電圧という）を印加すると、液晶分子が初期配向状態でのねじれ角からほぼ $180^\circ$ のねじれを差し引いたねじれ角（ $90^\circ - 180^\circ = -90^\circ$ ）でツイストする状態に配向してスプレイ歪を解消し、第2の準安定状態になる。

【0035】この第2の準安定状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図1の（c）に破線矢印で示したツイスト方向、つまり表面側から見て右回り方向（カイラル剤により付与されるねじれ方向とは逆方向）に、ほぼ $90^\circ$ のねじれ角でツイスト配向した状態である。

【0036】さらに、上記第1の準安定状態と第2の準安定状態とは、その一方から他方に切換えることが可能であり、液晶分子がいずれの準安定状態に配向している状態でも、まず電極13、14間に液晶分子を基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向する十分高い電圧値のリセット電圧を印加して前記準安定状態をリセットし、その後に上記第1または第2の準安定状態選択電圧を印加すれば、液晶分子の配向状態を、一方の準

安定状態から他方の準安定状態に切換えることができる。

【0037】なお、上記第1準安定状態選択電圧と第2準安定状態選択電圧は、使用するネマティック液晶の特性およびカイラル剤の特性と添加量によって決まるが、第1準安定状態選択電圧はほぼ0V（ほとんど電圧を印加しない値）であり、第2準安定状態選択電圧はほとんどの液晶分子が初期配向状態でのプレチルト角と同程度またはそれに近い傾き角で配向する低い値であり、前記第1準安定状態選択電圧よりは絶対値が大きい電圧である。

【0038】図3は上記初期配向状態とリセット状態と第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態を液晶セル10の下縁方向（横軸xに対して直交する方向）から見た模式図であり、18aは液晶分子を示している。

【0039】この模式図のように、上記初期配向状態（液晶分子が裏側基板12の配向処理方向12aを基準として表面側から見て左回り方向にほぼ $90^\circ$ のねじれ角でツイスト配向している状態）は、両基板11、12の近傍の液晶分子はそれぞれの基板11、12面に対してその配向処理方向11a、12aに向かって数度程度のプレチルト角で斜めに起き上がるように配向しているが、ツイスト配向している液晶分子をそれぞれの分子長軸が同一平面上にくるように展開して見たときのそれぞれの基板11、12側でのプレチルトの傾きが互いに逆になっている状態であり、したがって液晶分子は、基板11、12から離れるのともなってチルト角が小さくなり、液晶層厚の中間（チルト角が $0^\circ$ になる点）を境にして基板11、12面に対する傾き方向が逆になった状態（スプレイ歪をもった状態）のツイスト配向状態にある。

【0040】また、上記リセット状態は、両基板11、12の近傍の液晶分子（図では省略している）は初期配向状態とほとんど変わらない状態（それぞれの基板11、12面に対してその配向処理方向11a、12aに向かって数度程度のプレチルト角で斜めに起き上がるように配向している状態）にあるが、基板11、12からある程度以上離れているほとんどの液晶分子は基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がるように配向した状態である。

【0041】さらに、第1の準安定状態（液晶分子が一方の方向にほぼ $270^\circ$ のねじれ角でツイスト配向する状態）は、両基板11、12の近傍の液晶分子の配向状態は初期配向状態とほとんど変わらないが、液晶分子が前記初期配向状態よりもさらにほぼ $180^\circ$ ねじれてツイスト配向した状態であり、したがって、ツイスト配向している液晶分子をそれぞれの分子長軸が同一平面上にくるように展開して見たときの液晶分子18aの傾き方向は同じ方向であるから、この第1の準安定状態は、ス



ブレイ歪の無いツイスト配向状態である。

【0042】また、第2の準安定状態（液晶分子が第1の準安定状態とは逆方向にほぼ $90^\circ$ のねじれ角でツイスト配向する状態）は、両基板11、12の近傍の液晶分子の配向状態は初期配向状態とほとんど変わらないが、液晶分子のねじれ角が前記初期配向状態から前記第1の準安定状態でのツイスト方向とは逆の方向にほぼ $180^\circ$ ねじれてツイスト配向した状態であり、したがって、ツイスト配向している液晶分子をそれぞれの分子長軸が同一平面上にくるように展開して見たときの液晶分子18aの傾き方向は同じ方向であるから、この第2の準安定状態も、スブレイ歪の無いツイスト配向状態である。

【0043】上記第1と第2の準安定状態はそれぞれ、その準安定状態における液晶分子18aのねじれ角を保持するツイスト配向状態であるが、いずれの準安定状態においても、液晶分子18aのチルト角、つまり基板11、12面に対する立上がり角度は、電極13、14間に印加される駆動電圧の実効値に応じて変化する（ただし、基板11、12の近傍の液晶分子の配向状態はほとんど変わらない）。

【0044】図3に示した第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態のうち、上側に示した配向状態は、駆動電圧の実効値が比較的小さい値であるときの液晶分子の配向状態（第2の書き込み状態）を示し、下側に示した配向状態は、駆動電圧の実効値がある程度高い値であるときの液晶分子の配向状態（第1の書き込み状態）を示しており、いずれの準安定状態においても、液晶分子は、その準安定状態におけるツイスト配向状態を保ちながら、駆動電圧の実効値に応じた液晶分子の電界誘起により、前記駆動電圧の実効値に応じて立上がり配向する。

【0045】なお、上記駆動電圧は、その実効値が上記リセット電圧の電圧値よりも低い範囲で変化する電圧であり、上記第1および第2の準安定状態は、駆動電圧の実効値に応じて液晶分子のチルト角が変化するが、ツイスト配向状態はそのまま維持する状態であり、いずれの準安定状態も、上記リセット電圧の印加により液晶分子18aを基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向させて準安定状態をリセットするまで保持される。

【0046】すなわち、前記液晶セル10の液晶層は、一対の基板11、12の電極13、14間に、液晶分子をその分子長軸が基板11、12面に対してほぼ垂直になるように配向させるリセット電圧を印加した後、それより低い値の第1の準安定状態選択電圧とこの第1の準安定状態選択電圧とは異なる第2の準安定状態選択電圧とのいずれかを選択的に印加することにより、液晶分子が、所定の状態で配向する第1の準安定状態とこの第1の準安定状態とは異なる配向状態で配向する第2の準安定状態とのいずれかに配向し、その第1および第2の準

安定状態それぞれにおける駆動電圧の実効値に応じた液晶分子の電界誘起により前記液晶分子の配向状態が変化する特性を有している。

【0047】また、図1において、21a、22aは、液晶セル10をはさんでその表面側と裏面側とに配置した一対の偏光板21、22の透過軸を示しており、この実施例では、表側偏光板21を、その透過軸21aを液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11aとほぼ平行な方向またはほぼ直交する方向（図ではほぼ平行な方向）に向けて配置し、裏側偏光板22を、その透過軸22aを前記表側偏光板21の透過軸21aに対してほぼ直交する方向に向けて配置している。

【0048】この液晶表示装置は、自然光や室内照明光等の外光を利用し表面側から入射する光を裏面側に配置した反射板30で反射させて表示するものであり、その表示駆動は、駆動系40により液晶セル10を駆動して行なわれる。

【0049】この駆動系40は、液晶セル10の各画素行を所定の選択順で選択し、選択した画素行の各画素部の電極間に、上記リセット電圧と、第1と第2の準安定状態のいずれかを選択する準安定状態選択電圧と、書き込みデータに応じた書き込み電圧を印加するものであり、液晶セル10の各画素部の液晶の分子は、前記リセット電圧の印加によりほぼ垂直に立上がるように配向してその前の書き込み状態（準安定状態とその状態での液晶分子の配向状態）をリセットされ、その後に印加される準安定状態選択電圧に応じて第1と第2のいずれかの準安定状態に配向するとともに、その準安定状態において、前記書き込み電圧によって決まる駆動電圧の実効値に応じて配向状態を変える。

【0050】なお、液晶表示装置の駆動開始前は、液晶セル10の全ての画素部の液晶分子が上述した初期配向状態（スブレイ歪をもった配向状態）に配向しているが、表示駆動を開始すると、最初のリセット電圧が印加されたときに、その電圧をスブレイ歪解消電圧として液晶分子がほぼ垂直に立上がるように配向し、前記準安定状態をリセットしたときと同じ状態になる。

【0051】上記液晶表示装置は、液晶セル10の各画素部の液晶分子を上記第1と第2のいずれかの準安定状態に配向させ、それぞれの準安定状態における液晶分子のチルト角を駆動電圧の実効値に応じて変化させて光の透過状態を制御するものであり、第1の準安定状態を選択したときは、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ $270^\circ$ のねじれ角でツイスト配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性をもち、第2の準安定状態を選択したときは、液晶分子が前記一方の基板の配向処理方向を基準として前記第1の準安定状態とは逆の方向にほぼ $90^\circ$ のねじれ角でツイスト配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性をもち、



【0052】すなわち、この液晶表示装置は、液晶セルの液晶分子の配向状態が異なる2つの表示装置の電気光学特性を合わせ持ったものであり、したがって、段階的に制御しようとする透過状態のうちの複数の透過状態の制御を一方の電気光学特性を利用して行ない、他の複数の透過状態の制御を他方の電気光学特性を利用して行なうことができる。

【0053】この場合、上記実施例では、表側偏光板21の透過軸21aの方向を液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11aとほぼ平行またはほぼ直交する方向にし、裏側偏光板22の透過軸22aを、前記表側偏光板21の透過軸21aに対してほぼ直交する方向に設定しているため、第1の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、第2の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、ツイステッドネマティックモード（以下、TNモードと記す）による表示を行なうことができる。

【0054】すなわち、第1と第2のいずれの準安定状態においても、表側偏光板21を透過して入射した直線偏光が、液晶セル10を透過する過程で液晶層の複屈折作用により液晶分子のツイスト配向状態に応じて旋光され、その光が裏側偏光板22に入射して、この裏側偏光板22により透過を制御される。そして、裏側偏光板22を透過した光は、反射板30で反射され、前記裏側偏光板22と液晶セル10と表側偏光板21とを順に透過して出射する。

【0055】そして、この液晶表示装置では、上記第1の準安定状態を選択したときの液晶分子の配向状態が、ねじれ角がほぼ $270^\circ$ と大きいツイスト配向状態であるため、液晶層の複屈折作用における旋光分散により旋光性が各波長光ごとに異なるため、各波長光が異なる透過率で裏側偏光板22を透過して、この裏側偏光板22を透過した光が、その光を構成する各波長光の強度の比に応じた色の着色光になる。

【0056】このように、上記第1の準安定状態を選択したときのTNモードによる表示は、着色した表示が得られるカラー表示であり、その表示色は、電極13、14間に印加される駆動電圧の実効値に応じて変化する。

【0057】すなわち、液晶分子は、駆動電圧の実効値に応じて前記準安定状態における配向状態を保ちながら立上がり配向するが、このように液晶分子の配向状態が変化すると、それに応じた液晶層の複屈折性の変化に応じた旋光分散の変化によって各波長の旋光性が変化するため、前記駆動電圧の実効値を制御することにより着色光の色を変化させることができ、したがって、1つの画素で複数の色を表示することができる。

【0058】なお、上記カラー表示は、液晶セル10の液晶層の複屈折作用と一対の偏光板21、22の偏光作用とを利用して光を着色するものであり、したがってカラーフィルタを用いて光を着色するものに比べて光の吸

収が少ないから、反射型の液晶表示装置であっても、表示光の透過率を高くして明るい着色表示を得ることができる。

【0059】一方、上記第2の準安定状態を選択したときの液晶分子の配向状態は、ねじれ角がほぼ $90^\circ$ のツイスト配向状態であるため、このときのTNモードによる表示は、通常のTN型液晶表示装置の場合と基本的に同じであり、この実施例の液晶表示装置では、表側偏光板21と裏側偏光板22とをそれぞれの透過軸21a、22aを互いにほぼ直交させて配置しているため、液晶分子のチルト角がブレチルト角に近いときは無彩色の明表示である白が表示され、液晶分子のチルト角が大きくなるとともに光の透過率が少なくなって、最終的に無彩色の暗表示である黒が表示される。

【0060】この場合は、駆動電圧の実効値に応じて液晶分子が立上がり配向し、それに応じて液晶層の複屈折性が変化するため、前記駆動電圧の実効値を制御することにより光の透過状態を段階的に制御して階調のある白黒表示を行なうことができる。

【0061】なお、上記初期配向状態、つまり液晶分子がスプレイ歪をもってほぼ $90^\circ$ のねじれ角でツイスト配向している状態は、実際の表示には使用しないが、この初期配向状態もTNモードによる白黒表示が得られる状態である。

【0062】図4および図5は、液晶セル10の両基板11、12の配向処理方向11a、12aと表裏の偏光板21、22の透過軸21a、22aを図1に示したように設定し、液晶セル10の $\Delta n d$ （液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ と液晶層厚 $d$ との積）の値を約 $1000\text{nm}$ に選んだ液晶表示装置の駆動電圧に対する光の出射率と表示色の変化を示しており、図4の（a）、（b）は第1の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図、図5の（a）、（b）は第2の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図である。なお、各図の（b）の色度図において、Wは無彩色点を示している。

【0063】第1の準安定状態での電圧-出射率特性は図4の（a）のような特性であり、駆動電圧に対する表示色の変化は、図4の（b）のように、実効値が1.95Vの電圧を印加したときで赤、実効値が2.98Vの電圧を印加したときで青である。

【0064】なお、上記赤のx、yコデーネイト値は、 $x=0.353$ 、 $y=0.350$ であり、Y値（明るさ）は28.54である。また、上記青のx、yコデーネイト値は、 $x=0.274$ 、 $y=0.296$ であり、Y値は11.64である。

【0065】また、第2の準安定状態での電圧-出射率特性は図5の（a）のような特性であり、駆動電圧に対する表示色の変化は、図5の（b）のように、実効値が1.55Vの電圧を印加したときで白、実効値が3.0

7 Vの電圧を印加したときで黒である。

【0066】なお、上記白のx, yコーデネイト値は、 $x=0.317$ 、 $y=0.341$ であり、Y値は34.41である。また、上記黒のx, yコーデネイト値は、 $x=0.271$ 、 $y=0.290$ であり、Y値は1.83である。

【0067】すなわち、上記液晶表示装置は、第1の準安定状態を選択して赤と青を表示し、第2の準安定状態を選択して白と黒を表示するものであり、したがって、表示の基本である白と黒の表示に加えて、赤と青の2色

のカラー表示を行なうことができる。  
【0068】なお、液晶表示装置の電源を切ると、第1または第2の準安定状態にある液晶分子の配向状態が、自然放電により数秒～数分（使用するネマティック液晶の特性およびカイラル剤の特性と添加量によって異なる）で初期配向状態に戻り、画面全体が、初期配向状態における電圧無印加時の状態（上記実施例では白）になる。

【0069】そして、上記液晶表示装置は、液晶セルの液晶分子の配向状態が異なる2つの表示装置の電気光学特性を合わせ持ったものであって、段階的に制御しようとする透過状態のうちの複数の透過状態の制御を一方の電気光学特性を利用して行ない、他の複数の透過状態の制御を他方の電気光学特性を利用して行なうことができるものであるため、透過状態の全段階数を、前記一方の電気光学特性を利用するとき、つまり第1の準安定状態を選択して透過状態を制御するときと、前記他方の電気光学特性を利用するとき、つまり第2の準安定状態を選択して透過状態を制御するときとに振り分けることができ、そのために、それぞれの準安定状態で駆動される段階数が少なくなるから、それぞれの準安定状態の中で、少ない段階数の時分割駆動を行なうことができる。

【0070】このため、上記液晶表示装置によれば、液晶セル10の駆動デューティに対して動作電圧マージンを大きくとることができる。すなわち、上述した白と黒の表示に加えて赤と青の2色のカラー表示を行なう液晶表示装置の場合は、その駆動電圧の実効値を、第1の準安定状態を選択して赤と黒を表示するときは1.95 Vと2.98 Vの2通りに設定し、第2の準安定状態を選択して青と白を表示するときは1.55 Vと3.07 Vの2通りに設定すればよく、したがって、それぞれの準安定状態における2通りの駆動電圧の実効値の差、つまり動作電圧マージンを、第1の準安定状態で1.03 V（ $=2.98\text{ V}-1.95\text{ V}$ ）、第2の準安定状態で1.52 V（ $=3.07\text{ V}-1.55\text{ V}$ ）と十分に大きくとることができる。

【0071】したがって、上記液晶表示装置によれば、液晶セル10が駆動電圧の実効値を制御して駆動される単純マトリックス方式のものであっても、その駆動デューティに対して動作電圧マージンを大きくし、高デュー

ティでの時分割駆動を可能として、画素数の多い高精細画像の表示を実現することができる。

【0072】この液晶表示装置は、液晶セル10の各画素行の画素部の書込みを、その前の液晶分子の配向状態をリセットして次の準安定状態を選択し、その後次の書込み状態を得るための書込み電圧を印加することによって行なうものであるが、その際の前記配向状態のリセットと準安定状態の選択は短時間で行なえる。

【0073】なお、上記液晶表示装置は、第1の準安定状態を選択したときの表示色が赤と青になるものであるが、その表示色は、液晶セル10の $\Delta n d$ の値を変えることによって任意に選ぶことができる。

【0074】さらに、上記実施例の液晶表示装置は、第1と第2のいずれの準安定状態を選択したときもTNモードによる表示を行なうものであって、第1の準安定状態での表示がカラー表示となり、第2の準安定状態での表示が白黒表示となるものであるが、少なくとも表側偏光板21の透過軸21aの方向を、液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11aに対して斜めに交差する方向にすれば、第1と第2の両方の準安定状態における表示をそれぞれ複屈折効果モードによるカラー表示とすることができる。

【0075】また、この液晶表示装置では、その液晶セル10の液晶18に、室温において、粘度が30 c p以上（望ましくは30～45 c pの範囲）、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5以上（望ましくは1.5～2.2の範囲）の物性を示す液晶材料を用いているため、上述した第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態の安定性が高く、したがって、選択した準安定状態を確実に維持しながら、その準安定状態での駆動電圧の実効値により液晶分子の配向状態を変化させて、信頼性の高い表示動作を行なわせることができる。

【0076】すなわち、上記液晶表示装置は、液晶セル10の全画素行を複数行ずつのグループに分け、1フレームごとに、1つの画素行グループの各行の画素部のリセットおよび準安定状態の選択と、全ての画素行の画素部の書込みを行なう駆動方法で表示駆動するのが望ましい。

【0077】この駆動方法によれば、1フレームに確保するリセットおよび準安定状態選択時間が、1つのグループの各画素行のリセットおよび準安定状態選択に要する時間だけでよいため、1フレームを短くして、フレーム周波数を高くすることができる。

【0078】また、この駆動方法によれば、準安定状態を選択された画素行への書込みが、そのグループの残りの画素行のリセットおよび準安定状態選択が終了し、その後このグループの各画素行への順次書込みが開始されて前記画素行への書込み期間になったときに行なわれるため、グループの中の最初にリセットおよび準安定状態選択が行なわれる画素行でも、新たな書込みを行なわれ



15

ないままの状態にある時間は極く短く、したがって画面のちらつきが発生することはない。

【0079】この駆動方法による場合、画素行のグループ分けは、1グループの画素行数を、高いフレーム周波数が得られるように選ぶとともに、グループ数を、1画面分の画像を書換えるのに必要なフレーム数があまり多くならないように選ぶのが好ましい。

【0080】その例をあげると、単純マトリックス型の液晶セルには、32行、64行、128行等の画素行数のものがあるが、例えば、液晶セルの画素行数が64行である場合は、その画素行を8行ずつのグループに分けるのが好ましく、1グループの画素行数が8行程度であれば、十分に高いフレーム周波数が得られるし、また、64行を8行ずつのグループに分ければ、8～9フレーム程度で1画面分の画像を書換えるため、画面の切り替わりも良好である。すなわち、例えばフレーム周波数が1/30secであるとする、1画面分の画像を書換えるのに必要なフレーム数が8～9フレームであれば、1秒間に約3～4画面の書き換えを行なえるため、画面の切り替わりを良好にすることができる。

【0081】この駆動方法のように液晶セル10の画素\*

16

\* 行を複数行ずつのグループに分けて駆動する場合は、1フレームごとに1グループの画素行だけが書換えられ、そのフレームでは他のグループの画素行はその書き込み状態を維持するための再書き込みを行なわれるだけであるため、上記液晶表示装置に信頼性の高い表示動作を行なわせるのには、液晶分子が、書き換え時に選択された準安定状態を、再書き込みだけを繰り返される期間（次の書き換えが行なわれるまでの期間）中維持することが条件となる。

10 【0082】そこで、上記液晶表示装置の液晶セル10に封入する液晶18として、物性が異なる4種類の液晶材料を調合し、これらの液晶材料を用いた各液晶表示装置を、64行の画素行を8行ずつのグループに分けて8～9フレーム程度で1画面分の画像を書換える駆動方法で表示駆動して、それぞれの表示動作の信頼性を評価したところ、次の表に示すような結果が得られた。なお、表に示したΔn（液晶の屈折率異方性）、粘度、弾性定数比K33/K11は、室温での値である。

【0083】

20 【表1】

液 晶		液晶材料A	液晶材料B	液晶材料C	液晶材料B
物性	N-I点(℃)	81	88	109	103
	C-N点(℃)	-25	-25	-25	-25
	Δn	0.22	0.22	0.22	0.22
	粘度(cP)	24	39	42	36
	K33/K11	2.0	1.2	2.0	1.6
信頼性評価		×	×	○	○

×…信頼性低い    ○…信頼性高い

【0084】この表からも分かるように、粘度と弾性定数比K33/K11との方の一方は高いが他方は低い物性の液晶材料、つまり、粘度が24cP、弾性定数比K33/K11が2.0の液晶材料Aや、粘度が39cP、弾性定数比K33/K11が1.2の液晶材料Bを用いた場合は、上述した書き込みだけを繰り返される期間中に、液晶分子の配向状態が準安定状態から初期配向状態（スプレイ配向状態）に戻ろうとするため、表示にちらつき（フリッカー）が発生し、また表示の異常が発生する。したがって、前記AやBの液晶材料を用いたのでは、液晶表示装置の表示動作の信頼性が低くなる。

【0085】これに対して、粘度と弾性定数比K33/K11の両方が高い物性の液晶材料、つまり、粘度が42c

P、弾性定数比K33/K11が2.0の液晶材料Cや、粘度が36cP、弾性定数比K33/K11が1.6の液晶材料Dを用いた場合は、第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態の安定性が高く、上記書き込みだけを繰り返される期間中に、液晶分子の配向状態が準安定状態から初期配向状態（スプレイ配向状態）に戻る迄の期間が十分長くなる。

【0086】そのため、前記CまたはDの液晶材料を用いれば、選択した第1または第2の準安定状態を確実に維持しながら、その準安定状態での駆動電圧の実効値により液晶分子の配向状態を変化させて、液晶表示装置に信頼性の高い表示動作を行なわせることができる。

50 【0087】上記液晶表示装置に信頼性の高い表示動作



を行なわせることができる液晶材料は、上記表に示したCまたはDの液晶材料に限らず、室温において、粘度が30cP以上、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5以上の物性を示すものであり、望ましくは、粘度が30~45cPの範囲、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5~2.2の範囲、より望ましくは、粘度が34~42cPの範囲、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5~2.0の範囲にあるものである。

【0088】また、上記表に示したCとDの液晶材料の比較では、Dの液晶材料の方が、第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態の安定性が高く、したがって、この液晶材料Dまたはそれと同程度の物性の液晶材料、つまり、室温において、粘度が34~38cPの範囲、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5~1.7の範囲の物性を示す液晶材料を用いれば、上記液晶表示装置にさらに信頼性の高い表示動作を行なわせることができる。

【0089】図6はこの発明の第2の実施例による液晶表示装置の基本構成を示す斜視図であり、(a)は初期配向状態、(b)は第1の準安定状態、(c)は第2の準安定状態を示している。

【0090】この実施例の液晶表示装置は、液晶セル10の初期配向状態における液晶分子のねじれ角をほぼ30°としたもので、その他の構成は上記第1の実施例と同じであり、液晶セル10に用いた液晶材料も同じである。

【0091】この実施例では、図6に示したように、液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11aを、液晶表示装置の画面の横軸xに対し表面側から見て左回りにほぼ15°ずれた方向であって前記画面の左下から右上に向かう方向にし、裏側基板12の配向処理方向12aを、前記横軸xに対し表面側から見て右回りにほぼ15°ずれた方向であって前記画面の左上から右下に向かう方向にしている。すなわち、両基板11、12の配向処理方向11a、12aは、ほぼ30°の角度で互いに交差する方向である。

【0092】そして、この実施例では、上記液晶セル10の液晶に、表面側から見て左回りのツイスト配向性を有するカイラル剤を添加したものをを用いており、したがって、その液晶分子は、初期配向状態では、スプレイ歪をもって、表面側から見て左回り方向（カイラル剤による付与されるねじれ方向）にほぼ30°のねじれ角でツイスト配向している。

【0093】この初期配向状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図6の(a)に破線矢印で示した方向、つまりカイラル剤により付与されるねじれ方向に、ほぼ30°のねじれ角でツイスト配向したスプレイ

配向状態である。

【0094】また、第1および第2の準安定状態はそれぞれ、初期配向状態から液晶分子のねじれ角がほぼ180°変化してスプレイ歪を解消した状態であり、この実施例では初期配向状態での液晶分子のねじれ角をほぼ30°としているため、第1の準安定状態では、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準としてカイラル剤により付与されるねじれ方向にほぼ210°のねじれ角でツイスト配向し、第2の準安定状態では、液晶分子が前記一方の基板の配向処理方向を基準として前記カイラル剤により付与されるねじれ方向とは逆方向にほぼ150°のねじれ角でツイスト配向する。

【0095】すなわち、上記第1の準安定状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図6の(b)に破線矢印で示したツイスト方向、つまり表面側から見て左回り方向（カイラル剤により付与されるねじれ方向）に、ほぼ210°のねじれ角でツイスト配向した状態である。

【0096】また、第2の準安定状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図6の(c)に破線矢印で示したツイスト方向、つまり表面側から見て右回り方向（カイラル剤により付与されるねじれ方向とは逆方向）に、ほぼ150°のねじれ角でツイスト配向した状態である。

【0097】上記第1の準安定状態と第2の準安定状態とは、第1の実施例と同様に、まず液晶分子を基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向させる値のリセット電圧を印加して前記準安定状態をリセットし、その後第1または第2の準安定状態選択電圧を印加することにより、一方の準安定状態から他方の準安定状態に切換えられる。

【0098】なお、前記第1準安定状態選択電圧はほぼ0Vであり、第2準安定状態選択電圧は、ほとんどの液晶分子が初期配向状態でのプレチルト角と同程度またはそれに近い傾き角で配向する低い値である。

【0099】また、この実施例では、表側偏光板21を、その透過軸21aを画面の横軸xに対し表面側から見て左回りにほぼ45°ずれた方向に向けて配置し、裏側偏光板22を、その透過軸22aを前記横軸xに対し表面側から見て右回りにほぼ45°ずれた方向に向けて配置しており、したがって、表側偏光板21の透過軸21aは、液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11a（横軸xに対し表面側から見て左回りにほぼ15°ずれた方向）に対してほぼ30°の交差角で斜めにずれ

た方向にあり、裏側偏光板 22 の透過軸 22 a は、前記表側偏光板 21 の透過軸 21 a に対してほぼ直交する方向にある。

【0100】この実施例の液晶表示装置は、液晶セル 10 の液晶分子の初期配向状態を、一方の基板（ここでは裏側基板）12 の配向処理方向 12 a を基準として一方の方向にほぼ  $30^\circ$  のねじれ角でツイスト配向するスプレイ配向状態としているため、第 1 の準安定状態を選択したときは、液晶分子が前記一方の基板 12 の配向処理方向 12 a を基準として一方の方向にほぼ  $210^\circ$  のね

【0101】また、この実施例では、表側偏光板 21 の透過軸 21 a の方向を、液晶セル 10 の表側基板 11 の配向処理方向 11 a に対してほぼ  $30^\circ$  の交差角で斜めにずれた方向にし、裏側偏光板 22 の透過軸 22 a を、前記表側偏光板 21 の透過軸 21 a に対してほぼ直交する方向に設定しているため、第 1 の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、第 2 の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、複屈折効果モードによるカラー表示を行なうことができる。

【0102】この複屈折効果モードによるカラー表示について説明すると、上記第 1 と第 2 のいずれの準安定状態においても、表側偏光板 21 を透過して入射した直線偏光が、液晶セル 10 を透過する過程で液晶層の複屈折作用により各波長光がそれぞれ偏光状態の異なる楕円偏光となった光となり、その各波長光がそれぞれの偏光状態に応じた透過率で裏側偏光板 22 を透過して、この裏側偏光板 22 を透過した光が、その光を構成する各波長光の光強度の比に応じた色の着色光になる。この着色光は、反射板 30 で反射され、前記裏側偏光板 22 と液晶セル 10 と表側偏光板 21 とを順に透過して出射する。

【0103】このように、複屈折効果モードによるカラー表示は、液晶セル 10 の液晶層の複屈折作用と一対の偏光板 21、22 の偏光作用とを利用して光を着色するものであり、したがってカラーフィルタを用いて光を着色するものに比べて光の吸収が少ないから、反射型の液晶表示装置であっても、光の透過率を高くして明るいカラー表示を得ることができる。

【0104】なお、上記初期配向状態、つまり液晶分子がスプレイ歪をもってほぼ  $30^\circ$  のねじれ角でツイスト配向している状態は、上述したように実際の表示には使用しないが、この初期配向状態も、複屈折効果モードによる表示が得られる状態である。

【0105】そして、上記液晶表示装置では、上記第 1

の準安定状態（液晶分子が一方の方向にほぼ  $210^\circ$  のねじれ角でツイスト配向する状態）を選択したときと、第 2 の準安定状態（液晶分子が第 1 の準安定状態とは逆方向にほぼ  $150^\circ$  のねじれ角でツイスト配向する状態）を選択したときとの液晶分子の配向状態が異なり、それに応じて液晶層が異なる複屈折性を示すため、第 1 の準安定状態を選択したときと、第 2 の準安定状態を選択したときとで、互いに異なる色を表示することができる。

【0106】また、この液晶表示装置では、上記第 1 と第 2 のいずれの準安定状態においても、電極 13、14 間に印加される駆動電圧の実効値に応じた液晶分子のチルト角の変化によって液晶層の複屈折性が変化し、それに応じて裏側偏光板 22 に入射する各波長光の偏光状態が変化するため、前記駆動電圧の実効値を制御することによって着色光の色を変化させることができ、したがって、1つの画素部で複数の色を表示することができる。

【0107】図 7 および図 8 は、この実施例のように液晶セル 10 の初期配向状態での液晶分子のねじれ角をほぼ  $30^\circ$  とし、その両基板 11、12 の配向処理方向 11 a、12 a と表裏の偏光板 21、22 の透過軸 21 a、22 a の向きとを図 6 に示したように設定するとともに、液晶セル 10 の  $\Delta n d$  の値を約  $800 \text{ nm}$  に設定した液晶表示装置の駆動電圧に対する光の出射率と表示色の変化を示しており、図 7 の (a)、(b) は第 1 の準安定状態における電圧-出射率特性図および CIE 色度図、図 8 の (a)、(b) は第 2 の準安定状態における電圧-出射率特性図および CIE 色度図である。各図の (b) の色度図において、W は無彩色点である。

【0108】第 1 の準安定状態での電圧-出射率特性は図 7 の (a) のような特性であり、駆動電圧に対する表示色の変化は、図 7 の (b) のように、実効値が  $1.46 \text{ V}$  の電圧を印加したときで赤、実効値が  $2.00 \text{ V}$  の電圧を印加したときで白である。

【0109】なお、前記赤の x、y コーデネイト値は  $x = 0.432$ 、 $y = 0.391$  であり、Y 値（明るさ）は  $20.29$  である。また、前記白の x、y コーデネイト値は  $x = 0.290$ 、 $y = 0.319$  であり、Y 値は  $29.70$  である。

【0110】さらに、第 2 の準安定状態での電圧-出射率特性は図 8 の (a) のような特性であり、駆動電圧に対する表示色の変化は、図 8 の (b) のように、実効値が  $1.46 \text{ V}$  の電圧を印加したときで赤、実効値が  $2.00 \text{ V}$  の電圧を印加したときで青である。

【0111】なお、前記赤の x、y コーデネイト値は  $x = 0.424$ 、 $y = 0.399$  であり、Y 値は  $21.31$  である。また、前記青の x、y コーデネイト値は  $x = 0.249$ 、 $y = 0.267$  であり、Y 値は  $11.32$  である。

【0112】すなわち、上記液晶表示装置は、第 1 の準



安定状態を選択して赤と白を表示し、第2の準安定状態を選択して赤と青を表示するものであり、したがって、例えば白の背景中に赤と青で画像を表示するカラー表示を行なうことができる。

【0113】そして、この実施例の液晶表示装置は、その駆動電圧の実効値を、第1の準安定状態を選択して赤と白を表示するときも、第2の準安定状態を選択して赤と青を表示するときも、1.46Vと2.00Vの2通りに設定すればよく、したがって、それぞれの準安定状態における2通りの駆動電圧の実効値の差、つまり動作電圧マージンを、第1および第2のいずれの準安定状態でも0.54V(=2.00V-1.46V)と十分に大きくとることができる。

【0114】また、第1の準安定状態を選択して表示するときの2通りの実効値と、第2の準安定状態を選択して表示するときの2通りの実効値とが同(1.46Vと2.00V)であるため、表示駆動も容易になる。

【0115】図9はこの発明の第3の実施例による液晶表示装置の基本構成を示す斜視図であり、(a)は初期配向状態、(b)は第1の準安定状態、(c)は第2の準安定状態を示している。

【0116】この実施例の液晶表示装置は、液晶セル10の初期配向状態における液晶分子のねじれ角をほぼ70°としたもので、その他の構成は上記第1の実施例と同じであり、また液晶セル10に用いた液晶材料も同じである。

【0117】この実施例では、図9に示したように、液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11aを、液晶表示装置の画面の横軸xに対し表面側から見て左回りにほぼ35°ずれた方向であって前記画面の左下から右上に向かう方向にし、裏側基板12の配向処理方向12aを、前記横軸xに対し表面側から見て右回りにほぼ35°ずれた方向であって前記画面の左上から右下に向かう方向にしている。すなわち、両基板11、12の配向処理方向11a、12aは、ほぼ70°の角度で互いに交差する方向である。

【0118】そして、この実施例では、上記液晶セル10の液晶に、表面側から見て左回りのツイスト配向性を有するカイラル剤を添加したものをを用いており、したがって、その液晶分子は、初期配向状態では、スプレイ歪をもって、表面側から見て左回り方向(カイラル剤による付与されるねじれ方向)にほぼ70°のねじれ角でツイスト配向している。

【0119】この初期配向状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図9の(a)に破線矢印で示した方向、つまりカイラル剤により付与されるねじれ方向に、ほぼ70°のねじれ角でツイスト配向したスプレイ

配向状態である。

【0120】また、第1および第2の準安定状態はそれぞれ、初期配向状態から液晶分子のねじれ角がほぼ180°変化してスプレイ歪を解消した状態であり、この実施例では初期配向状態での液晶分子のねじれ角をほぼ70°としているため、第1の準安定状態では、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準としてカイラル剤により付与されるねじれ方向にほぼ250°のねじれ角でツイスト配向し、第2の準安定状態では、液晶分子が前記一方の基板の配向処理方向を基準として前記カイラル剤により付与されるねじれ方向とは逆方向にほぼ110°のねじれ角でツイスト配向する。

【0121】すなわち、上記第1の準安定状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図9の(b)に破線矢印で示したツイスト方向、つまり表面側から見て左回り方向(カイラル剤により付与されるねじれ方向)に、ほぼ250°のねじれ角でツイスト配向した状態である。

【0122】また、第2の準安定状態は、液晶分子が、両基板11、12の近傍においてそれぞれの配向処理方向11a、12aに沿って配向するとともに、いずれか一方の基板の配向処理方向、例えば裏側基板12の配向処理方向12aを基準として、図9の(c)に破線矢印で示したツイスト方向、つまり表面側から見て右回り方向(カイラル剤により付与されるねじれ方向とは逆方向)に、ほぼ110°のねじれ角でツイスト配向した状態である。

【0123】上記第1の準安定状態と第2の準安定状態とは、第1の実施例と同様に、まず液晶分子を基板11、12面に対してほぼ垂直に立上がり配向させる電圧値のリセット電圧を印加して前記準安定状態をリセットし、その後第1または第2の準安定状態選択電圧を印加することにより、一方の準安定状態から他方の準安定状態に切換えられる。

【0124】なお、前記第1の準安定状態選択電圧はほぼ0Vであり、第2の準安定状態選択電圧はほとんどの液晶分子が初期配向状態でのプレチルト角と同程度またはそれに近い傾き角で配向する低い値である。

【0125】また、この実施例では、表側偏光板21を、その透過軸21aを画面の横軸xに対し表面側から見て左回りにほぼ45°ずれた方向に向けて配置し、裏側偏光板22を、その透過軸22aを前記横軸xに対し表面側から見て右回りにほぼ45°ずれた方向に向けて配置しており、したがって、表側偏光板21の透過軸21aは、液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11a(横軸xに対し表面側から見て左回りにほぼ35°ずれた方向)に対してほぼ10°の交差角で斜めにずれ



た方向にあり、裏側偏光板22の透過軸22aは、前記表側偏光板21の透過軸21aに対してほぼ直交する方向にある。

【0126】この実施例の液晶表示装置は、液晶セル10の液晶分子の初期配向状態を、一方の基板（ここでは裏側基板）12の配向処理方向12aを基準として一方の方向にほぼ70°のねじれ角でツイスト配向するスプレイ配向状態としているため、第1の準安定状態を選択したときは、液晶分子が前記一方の基板12の配向処理方向12aを基準として一方の方向にほぼ250°のねじれ角でツイスト配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性をもち、第2の準安定状態を選択したときは、液晶分子が前記一方の基板12の配向処理方向12aを基準として前記第1の準安定状態とは逆の方向にほぼ110°のねじれ角でツイスト配向した液晶セルと偏光板とからなる表示装置の電気光学特性をもつ。

【0127】また、この実施例では、表側偏光板21の透過軸21aの方向を、液晶セル10の表側基板11の配向処理方向11aに対してほぼ10°の交差角で斜めにずれた方向にし、裏側偏光板22の透過軸22aを、前記表側偏光板21の透過軸21aに対してほぼ直交する方向に設定しているため、第1の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、第2の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、複屈折効果モードによるカラー表示を行なうことができる。

【0128】そして、この実施例の液晶表示装置では、上記第1の準安定状態（液晶分子が一方の方向にほぼ250°のねじれ角でツイスト配向する状態）を選択したときと、第2の準安定状態（液晶分子が第1の準安定状態とは逆方向にほぼ110°のねじれ角でツイスト配向する状態）を選択したときとの液晶分子の配向状態が異なり、それに応じて液晶層が異なる複屈折性を示すため、第1の準安定状態を選択したときと、第2の準安定状態を選択したときとで、互いに異なる色を表示することができる。

【0129】また、この液晶表示装置では、上記第1と第2のいずれの準安定状態においても、電極13、14間に印加される駆動信号の実効値に応じた液晶分子のチルト角の変化によって液晶層の複屈折性が変化し、それに応じて裏側偏光板22に入射する各波長光の偏光状態が変化するため、前記駆動信号の実効値を制御することによって着色光の色を変化させることができ、したがって、1つの画素部で複数の色を表示することができる。

【0130】図10および図11は、この実施例のように液晶セル10の初期配向状態での液晶分子のねじれ角をほぼ70°とし、その両基板11、12の配向処理方向11a、12aと表裏の偏光板21、22の透過軸21a、22aの向きとを図9に示したように設定するとともに、液晶セル10の $\Delta n d$ の値を約900nmに設

定した液晶表示装置の駆動電圧に対する光の出射率と表示色の変化を示しており、図10の(a)、(b)は第1の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図、図11の(a)、(b)は第2の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図である。各図の(b)の色度図において、Wは無彩色点である。

【0131】第1の準安定状態での電圧-出射率特性は図10の(a)のような特性であり、駆動電圧に対する表示色の変化は、図10の(b)のように、実効値が1.53Vの電圧を印加したときで赤、実効値が2.03Vの電圧を印加したときでオレンジ色である。

【0132】なお、前記赤のx、yコデーネイト値は $x=0.343$ 、 $y=0.322$ 、Y値は24.31であり、オレンジ色のx、yコデーネイト値は $x=0.322$ 、 $y=0.378$ 、Y値は31.98である。

【0133】さらに、第2の準安定状態での電圧-出射率特性は図11の(a)のような特性であり、駆動電圧に対する表示色の変化は、図11の(b)のように、実効値が1.53Vの電圧を印加したときで白、実効値が2.03Vの電圧を印加したときで青である。

【0134】なお、前記白のx、yコデーネイト値は $x=0.320$ 、 $y=0.349$ 、Y値は34.36であり、青のx、yコデーネイト値は $x=0.260$ 、 $y=0.278$ 、Y値は9.05である。

【0135】すなわち、上記液晶表示装置は、第1の準安定状態を選択して赤とオレンジ色を表示し、第2の準安定状態を選択して白と青を表示するものであり、したがって、例えば白の背景中に赤とオレンジ色と青で画像を表示するカラー表示を行なうことができる。

【0136】そして、この実施例の液晶表示装置は、その駆動電圧の実効値を、第1の準安定状態を選択して赤とオレンジ色を表示するときも、第2の準安定状態を選択して白と青を表示するときも、1.53Vと2.03Vの2通りに設定すればよく、したがって、それぞれの準安定状態における2通りの駆動電圧の実効値の差、つまり動作電圧マージンを、第1および第2のいずれの準安定状態でも0.50V(=2.03V-1.53V)と十分に大きくとることができる。

【0137】また、第1の準安定状態を選択して表示するときの2通りの実効値と、第2の準安定状態を選択して表示するときの2通りの実効値とが同(1.53Vと2.03V)であるため、表示駆動も容易になる。

【0138】上述したように、上記第2および第3の実施例の液晶表示装置も、第1の実施例のものと同様に、液晶セルの液晶分子の配向状態が異なる2つの表示装置の電気光学特性を合わせ持ったものであり、したがって段階的に制御しようとする透過状態のうちの複数の透過状態の制御を一方の電気光学特性を利用して行ない、他の複数の透過状態の制御を他方の電気光学特性を利用し

て行なうことができるから、液晶セル 10 が単純マトリックス方式のものであっても、その駆動デューティに対して動作電圧マージンを大きくし、高デューティでの時分割駆動を可能として、画素数の多い高精細画像の表示を実現することができる。

【0139】また、これらの液晶表示装置においても、その液晶セル 10 の液晶 18 に、室温において、粘度が 30 cp 以上（望ましくは 30～45 cp の範囲、より望ましくは 34～42 cp の範囲、さらに望ましくは 34～38 cp の範囲）、弾性定数比  $K_{33}/K_{11}$  が 1.5 以上（望ましくは 1.5～2.2 の範囲、より望ましくは 1.5～2.0 の範囲、さらに望ましくは 1.5～1.7 の範囲）の物性を示す液晶材料を用いれば、選択した第 1 または第 2 の準安定状態を確実に維持しながら、その準安定状態での駆動電圧の実効値により液晶分子の配向状態を変化させて、信頼性の高い表示動作を行なわせることができる。

【0140】なお、上記第 2 の実施例の液晶表示装置は、第 1 の準安定状態を選択して赤と白を表示し、第 2 の準安定状態を選択して青と黒を表示するものであり、上記第 3 の実施例の液晶表示装置は、第 1 の準安定状態を選択して赤とオレンジ色を表示し、第 2 の準安定状態を選択して白と青を表示するものであるが、その表示色は、液晶セル 10 の  $\Delta n d$  の値や表裏の偏光板 21、22 の透過軸 21a、22a の向きを変えることによって任意に選ぶことができる。

【0141】また、この発明の液晶表示装置において、液晶セル 10 の初期配向状態は、上記第 1～第 3 の実施例に限られるものではなく、液晶分子がいずれか一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ 0°～ほぼ 180° のねじれ角で非ツイストまたはツイスト配向したスプレイ配向状態にあればよい。

【0142】なお、例えば、初期配向状態が、全ての液晶分子が一方の基板の配向処理方向に沿って配向した、ねじれ角がほぼ 0° の非ツイスト配向状態である場合、第 1 の準安定状態は、前記一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ 180° のねじれ角でツイスト配向してスプレイ歪を解消した状態であり、第 2 の準安定状態は、前記一方の基板の配向処理方向を基準として前記第 1 の準安定状態とは反対の方向にほぼ 180° のねじれ角でツイスト配向してスプレイ歪を解消した状態である。

【0143】また、例えば、初期配向状態が、液晶分子が一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ 180° のねじれ角で配向したツイスト配向状態である場合、第 1 の準安定状態は、前記一方の基板の配向処理方向を基準として一方の方向にほぼ 360° のねじれ角でツイスト配向してスプレイ歪を解消した状態であり、第 2 の準安定状態は、全ての液晶分子が前記一方の基板の配向処理方向に沿って非ツイスト配向してスプレ

イ歪を解消した状態である。

【0144】このように液晶セル 10 の初期配向状態と第 1 および第 2 の準安定状態を選んだ場合も、液晶セル 10 をはさんで配置した一対の偏光板 21、22 のうちの少なくとも表側偏光板 21 の透過軸 21a の方向を前記液晶セル 10 の表側基板 11 の配向処理方向 11a に対して斜めに交差する方向に設定すれば、第 1 の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、第 2 の準安定状態を選択して透過状態を制御するときも、複屈折効果モードによるカラー表示を行なうことができる。

【0145】さらに、上記各実施例の液晶表示装置は、液晶セル 10 の液晶層の複屈折作用と一対の偏光板 21、22 の偏光作用とを利用して表示するものであるが、それに加えて、表裏の偏光板 21、22 のいずれか一方または両方と液晶セル 10 との間に位相差板を配置してもよい。

【0146】この位相差板の付加は、特に、複屈折効果モードによるカラー表示を行なう液晶表示装置において効果的であり、この液晶表示装置に位相差板を付加すれば、各波長光が前記位相差板と液晶セル 10 の液晶層との両方の複屈折作用によりそれぞれの偏光状態を大きく変えて裏側偏光板 22 に入射するため、裏側偏光板 22 を透過する各波長光の透過率の差が大きくなり、したがって、裏側偏光板 22 を透過した光が、その光を構成する各波長光の強度の差が大きい鮮明な着色光になるし、また、駆動電圧の実効値に応じた液晶分子の配向状態の変化にともない、前記各波長光の透過率とその透過率差が大きく変化して前記着色光の色が変化するため、表示色数も多くなる。

【0147】なお、上記第 1～第 3 の実施例の液晶表示装置はいずれも、その裏面側に反射板 30 を配置した反射型のものであるが、この発明は、バックライトからの光を利用して表示する透過型の液晶表示装置（反射板 30 の無いもの）にも適用することができる。

【0148】さらに、この発明は、偏光板を 1 枚だけ備え、液晶セルの表面側に偏光板を配置し、前記液晶セルの裏面側に反射板を配置した反射型液晶表示装置にも適用できるものであり、その場合は、液晶セルの裏側基板の外面に反射板を配置してもよいし、あるいは、前記裏側基板の内面に設ける電極を金属膜で形成し、この電極で反射板を兼用してもよい。

【0149】

【発明の効果】この発明の液晶表示装置は、液晶セルの液晶分子の配向状態が互いに異なる 2 つの表示装置の電気光学特性を合わせ持ったものであり、したがって、段階的に制御しようとする透過状態のうちの複数の透過状態の制御を一方の電気光学特性を利用して行ない、他の複数の透過状態の制御を他方の電気光学特性を利用して行なうことができる。

【0150】このため、この液晶表示装置によれば、透



過状態の全段階数を、前記一方の電気光学特性を利用するときと、前記他方の電気光学特性を利用するときとに振り分けることができ、そのために、それぞれの準安定状態で駆動される段階数が少なくなるから、それぞれの準安定状態の中で、少ない段階数の時分割駆動を行なうことができる。

【0151】したがって、この液晶表示装置によれば、駆動電圧の実効値を制御して駆動される単純マトリクス方式の液晶セルを用いるものでありながら、その駆動デューティに対して動作電圧マージンを大きくし、高デューティでの時分割駆動を可能として、画素数の多い高精細画像の表示を実現することができる。

【0152】そして、この発明の液晶表示装置においては、前記液晶セルのネマティック液晶に、室温において、粘度が30cP以上、弾性定数比 $K_{33}/K_{11}$ が1.5以上の物性を示す液晶材料を用いているため、上記第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態の安定性が高く、したがって、選択した準安定状態を確実に維持しながら、その準安定状態での駆動電圧の実効値により液晶分子の配向状態を変化させて、信頼性の高い表示動作を行なわせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例による液晶表示装置の基本構成を示す、初期配向状態と第1の準安定状態と第2の準安定状態の斜視図。

【図2】前記液晶表示装置の断面図。

【図3】前記液晶表示装置の初期配向状態とリセット状\*

\* 態と第1および第2の準安定状態における液晶分子の配向状態を示す模式図。

【図4】前記液晶表示装置の第1の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図。

【図5】前記液晶表示装置の第2の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図。

【図6】この発明の第2の実施例による液晶表示装置の基本構成を示す、初期配向状態と第1の準安定状態と第2の準安定状態の斜視図。

10 【図7】前記液晶表示装置の第1の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図。

【図8】前記液晶表示装置の第2の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図。

【図9】この発明の第3の実施例による液晶表示装置の基本構成を示す、初期配向状態と第1の準安定状態と第2の準安定状態の斜視図。

【図10】前記液晶表示装置の第1の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図。

20 【図11】前記液晶表示装置の第2の準安定状態における電圧-出射率特性図およびCIE色度図。

【符号の説明】

10…液晶セル

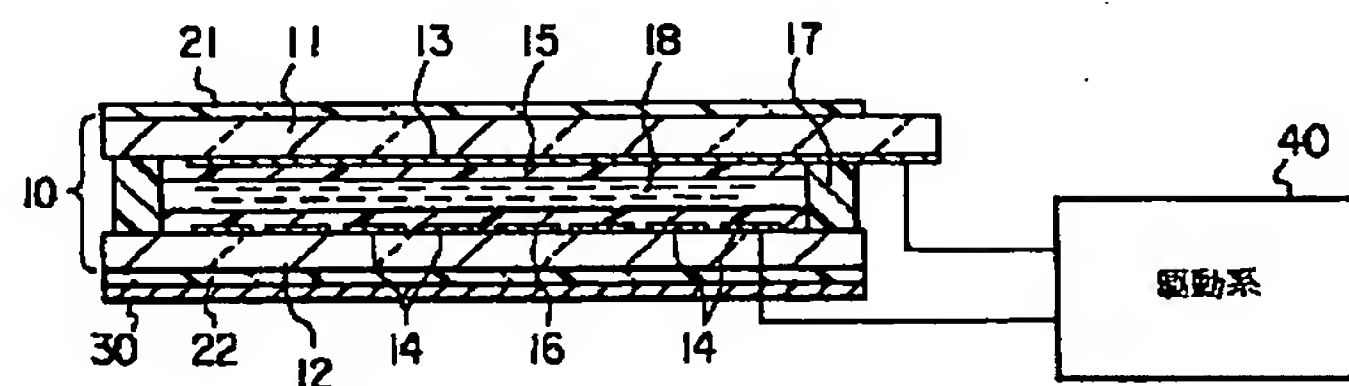
18…液晶

21, 22…偏光板

21a, 22a…透過軸

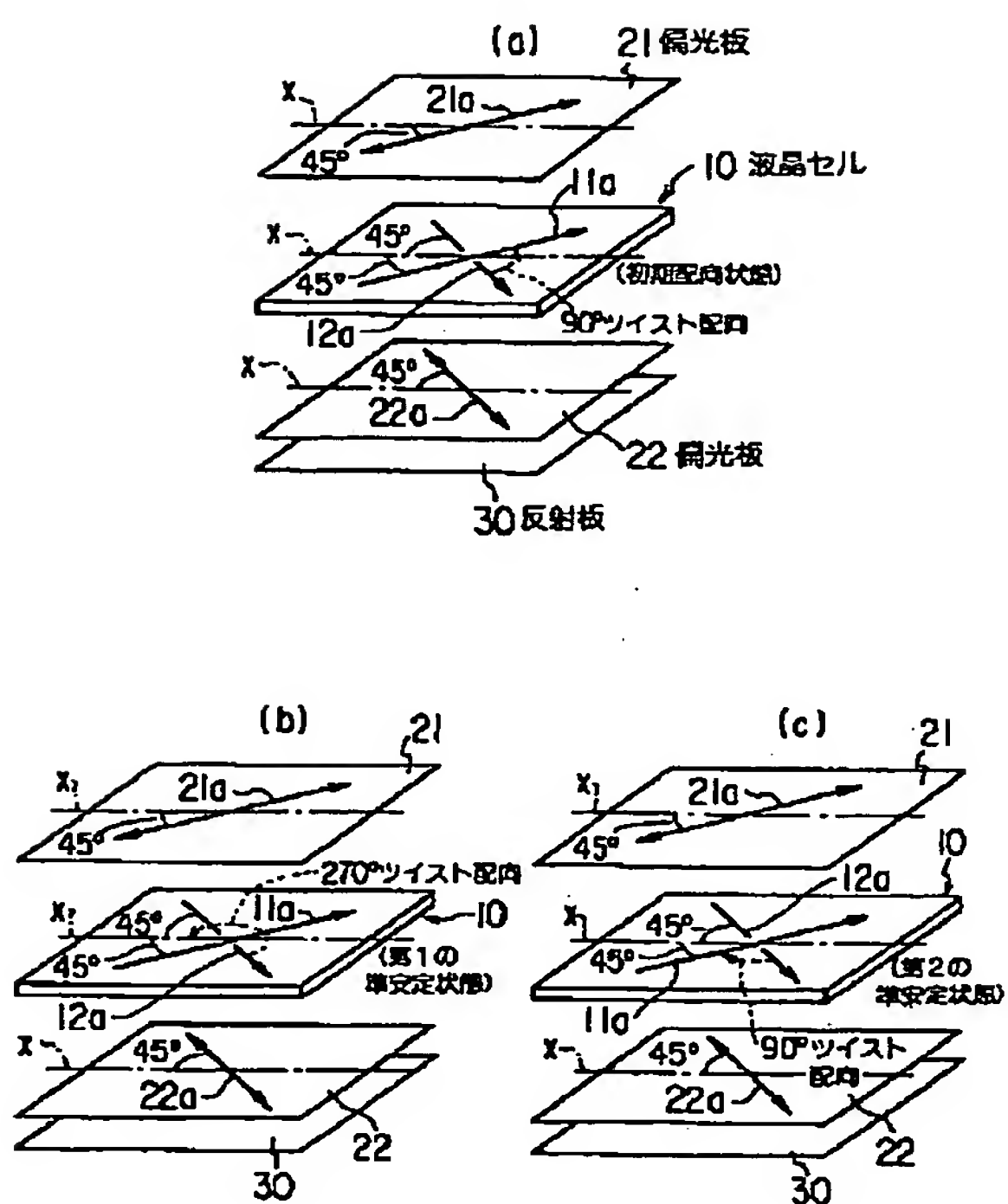
30…反射板

【図2】

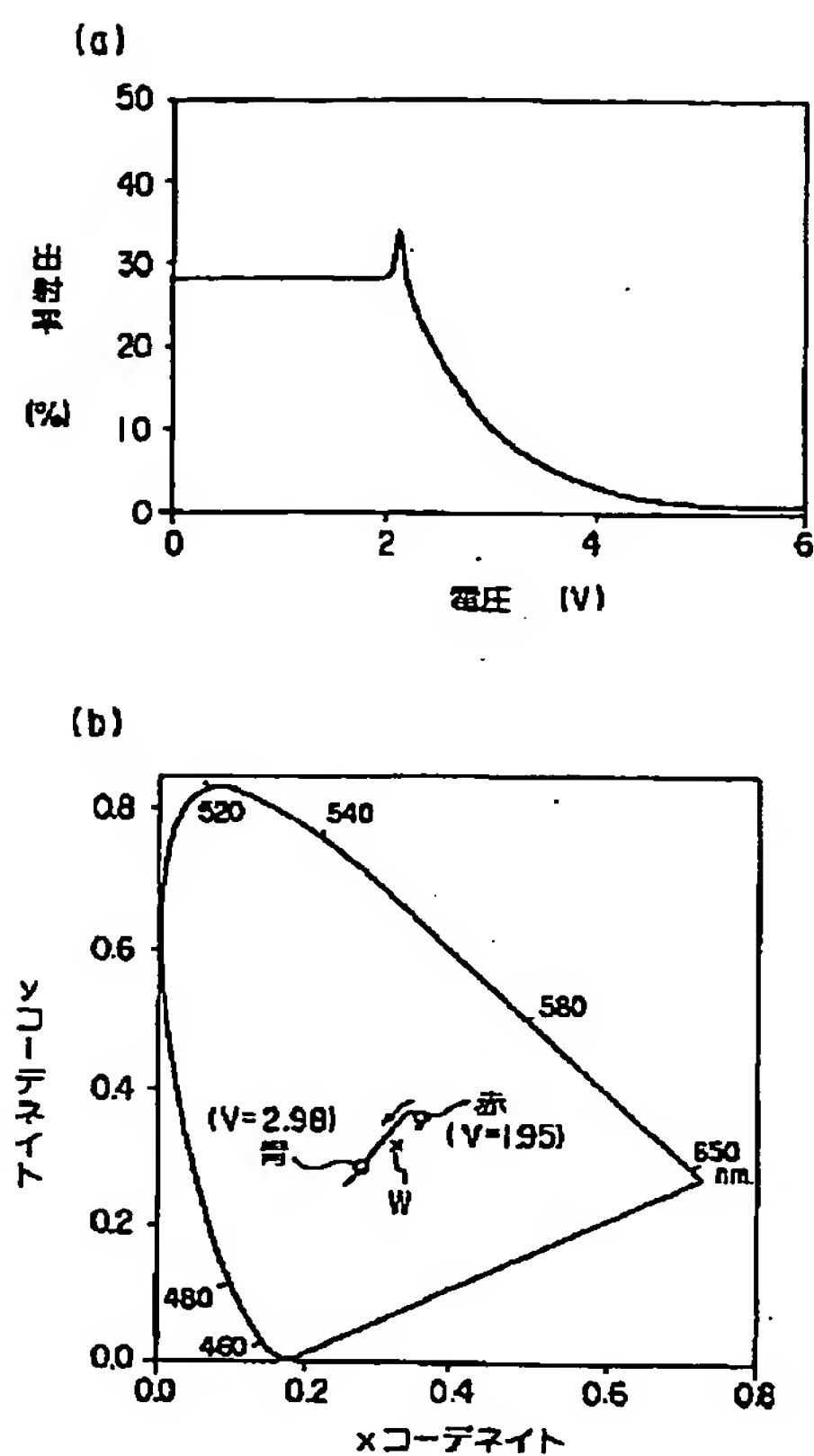




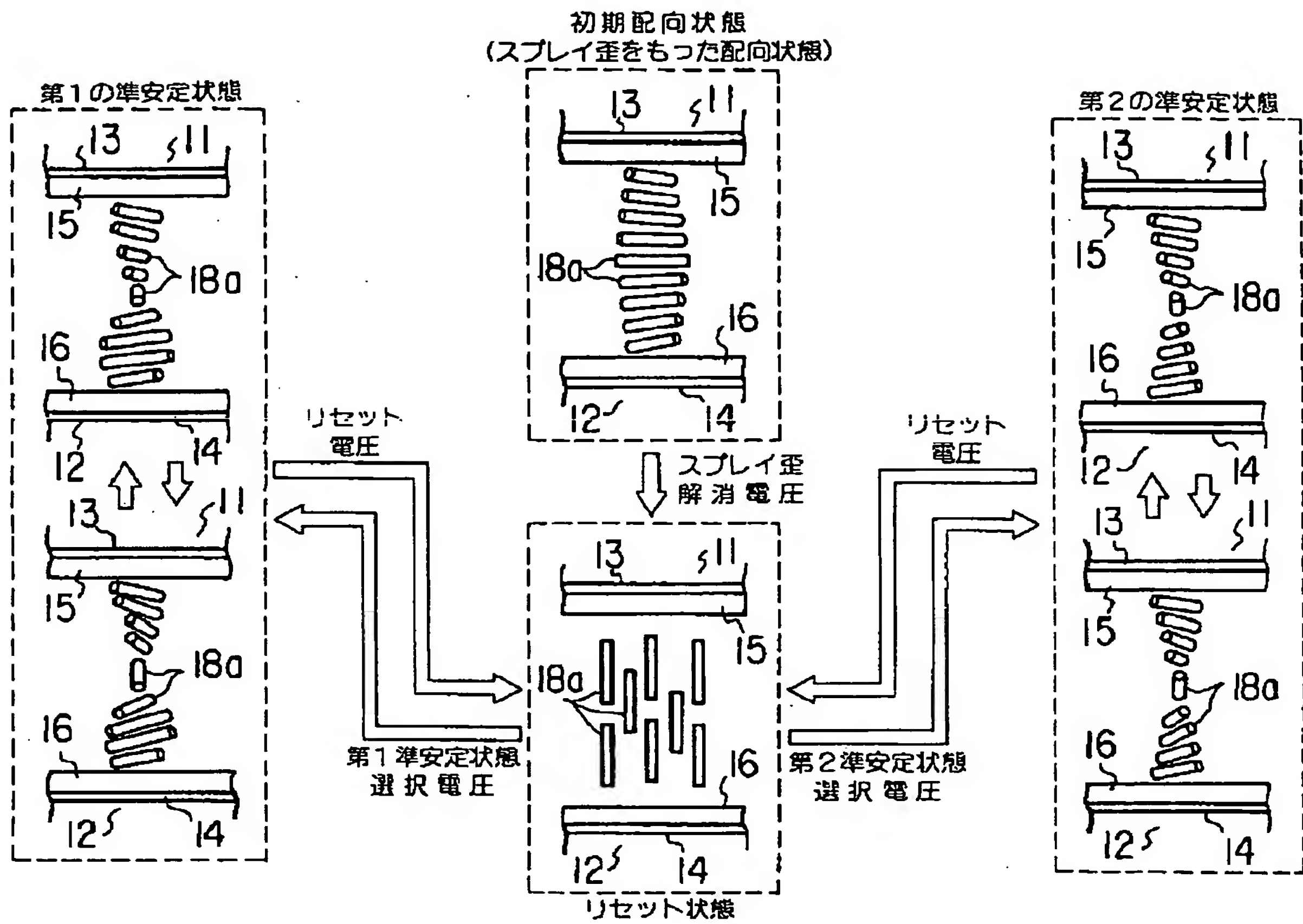
【図1】



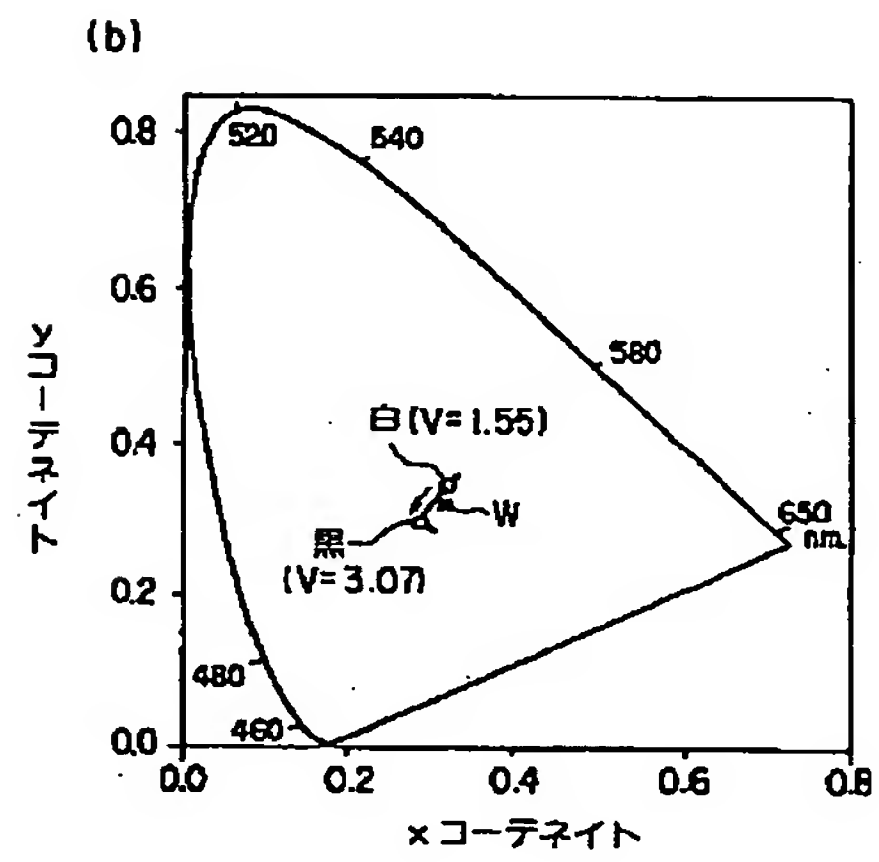
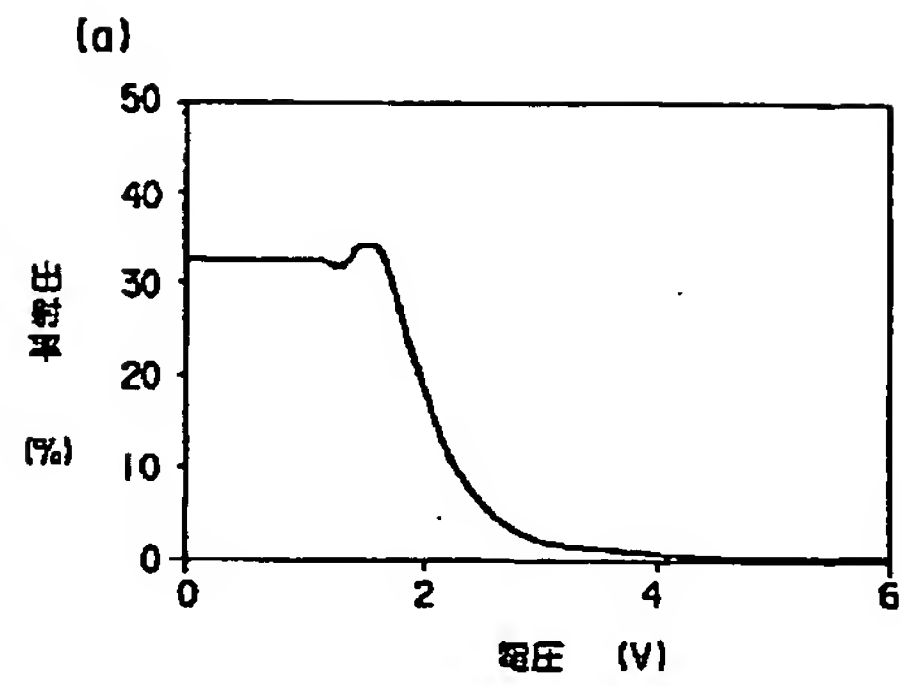
【図4】



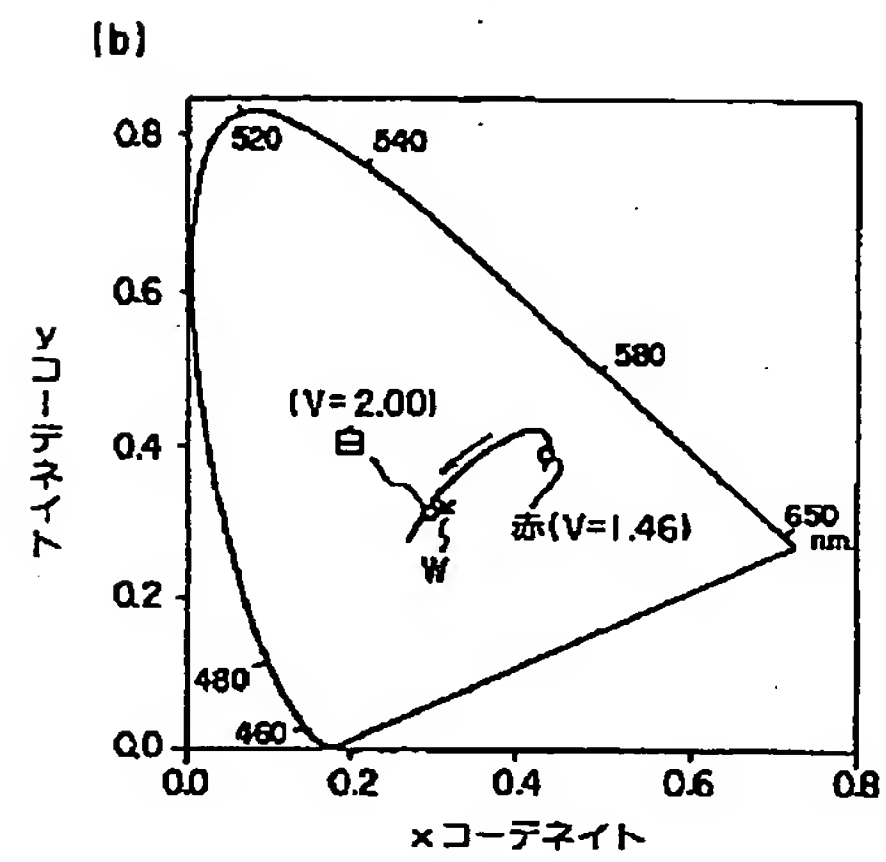
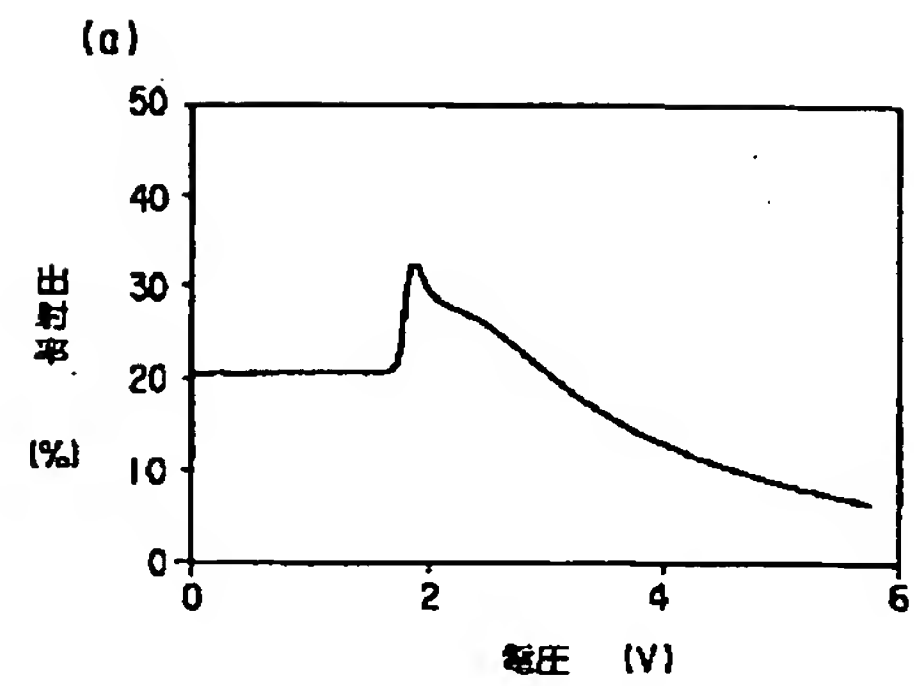
【図3】



【図5】

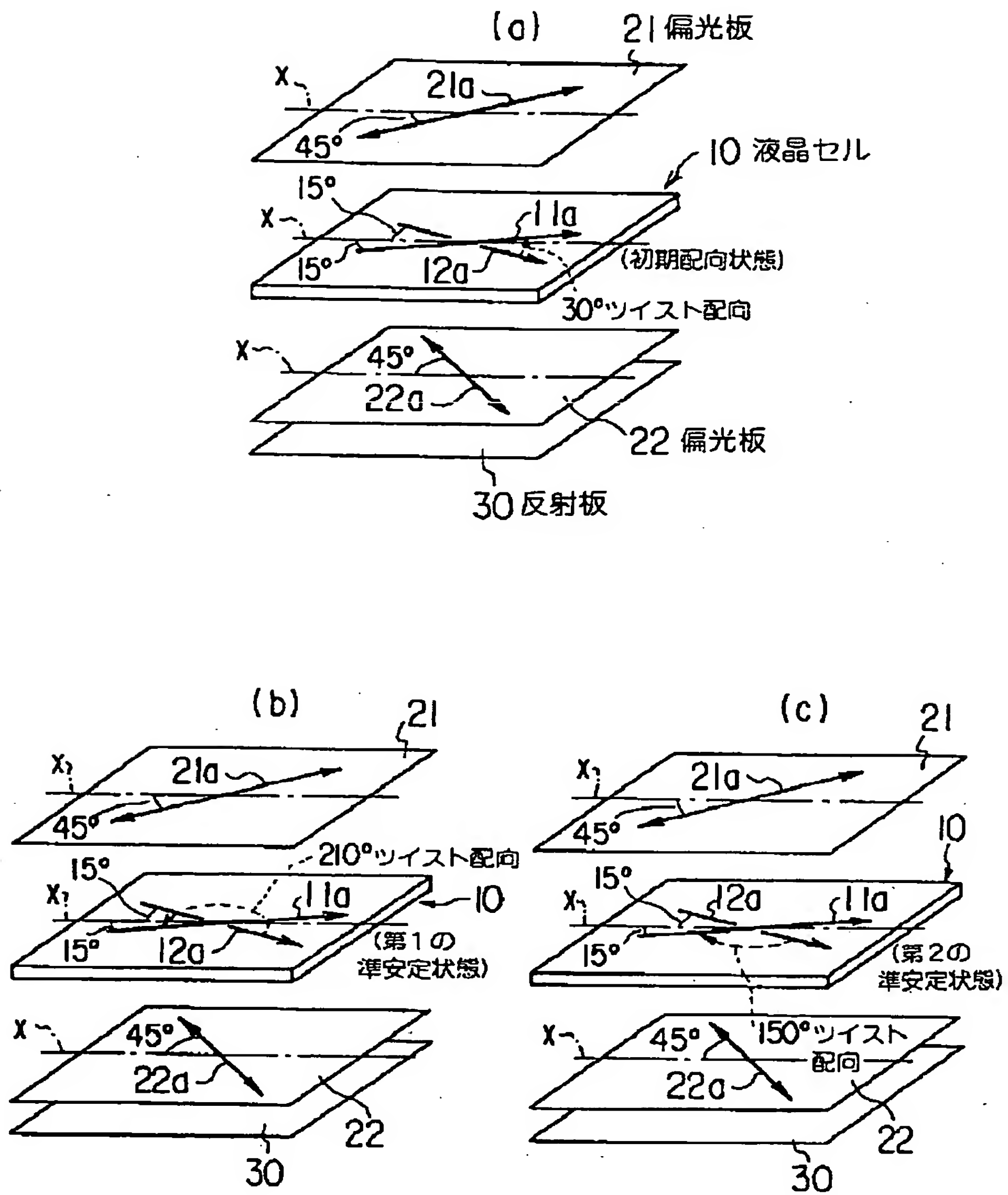


【図7】

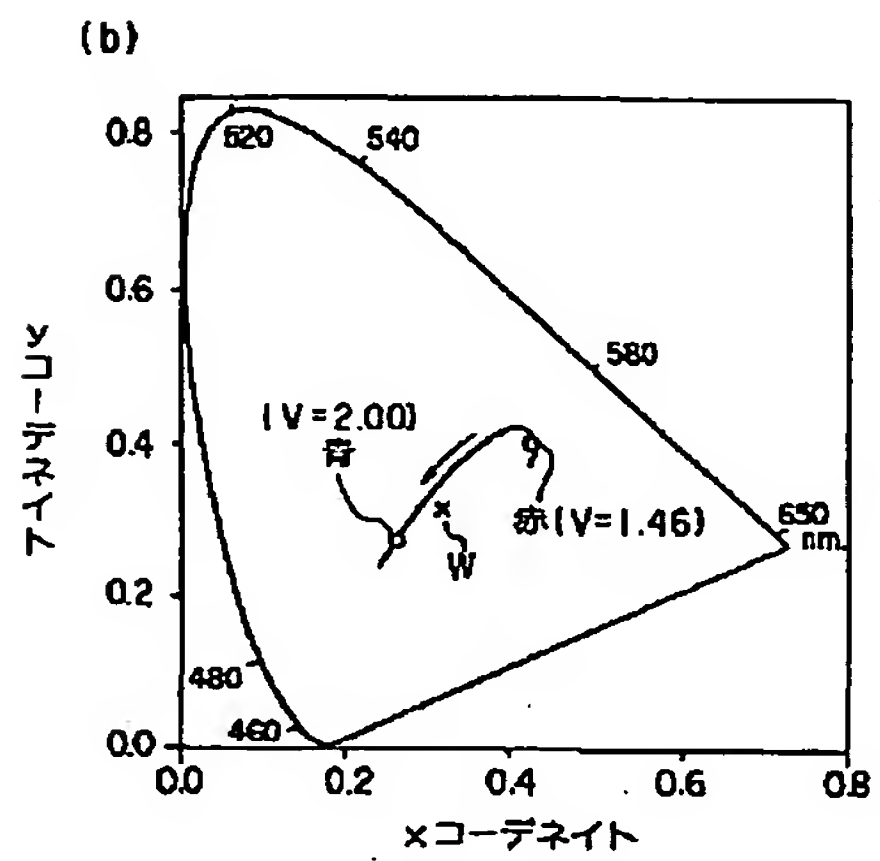
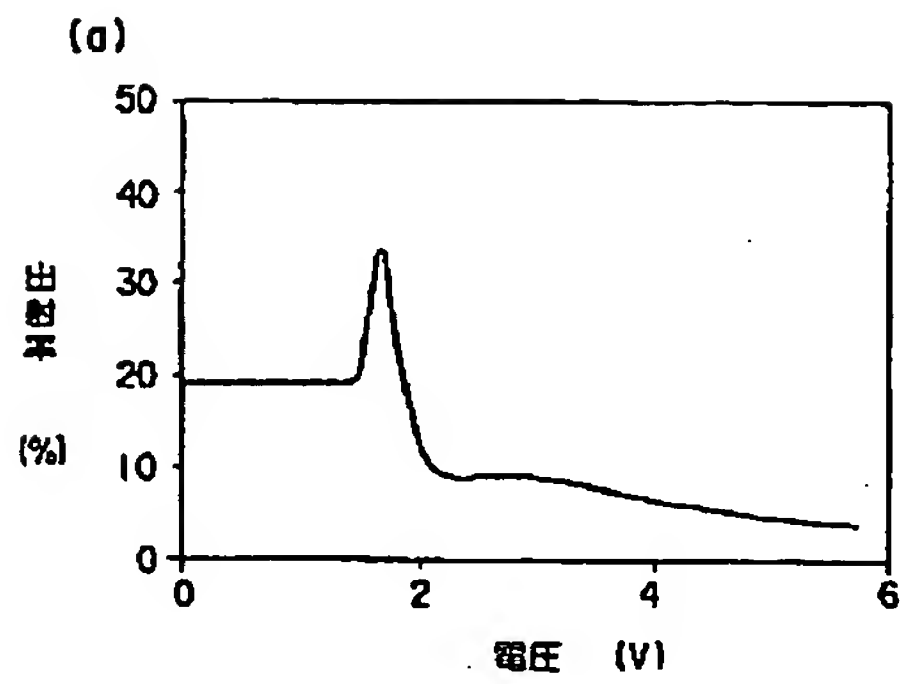




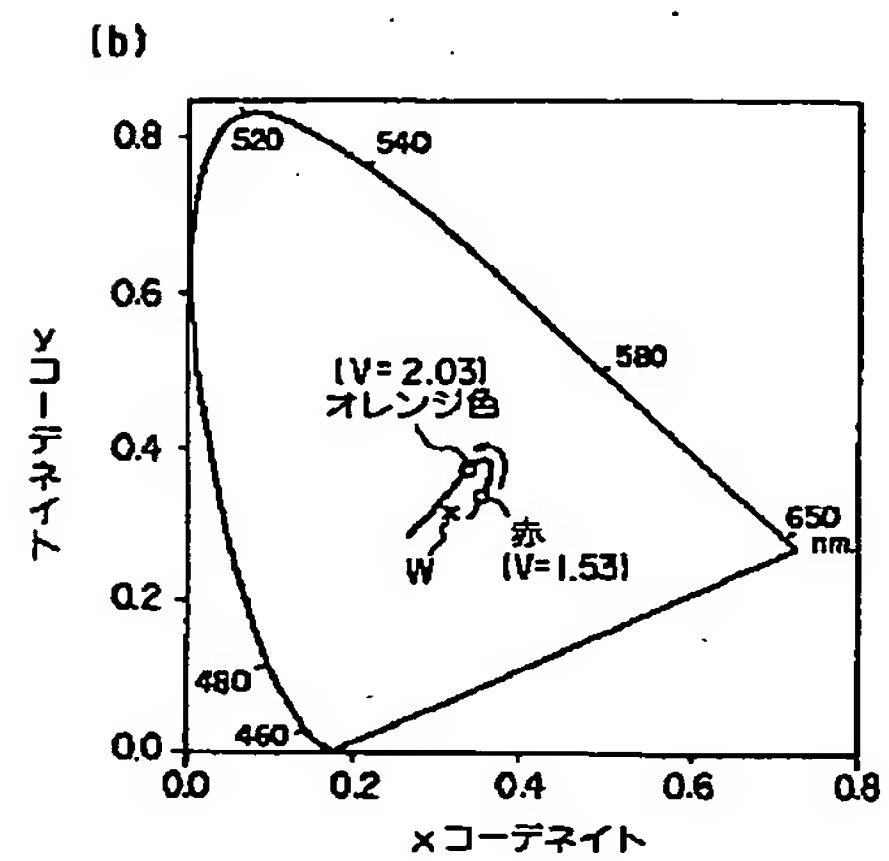
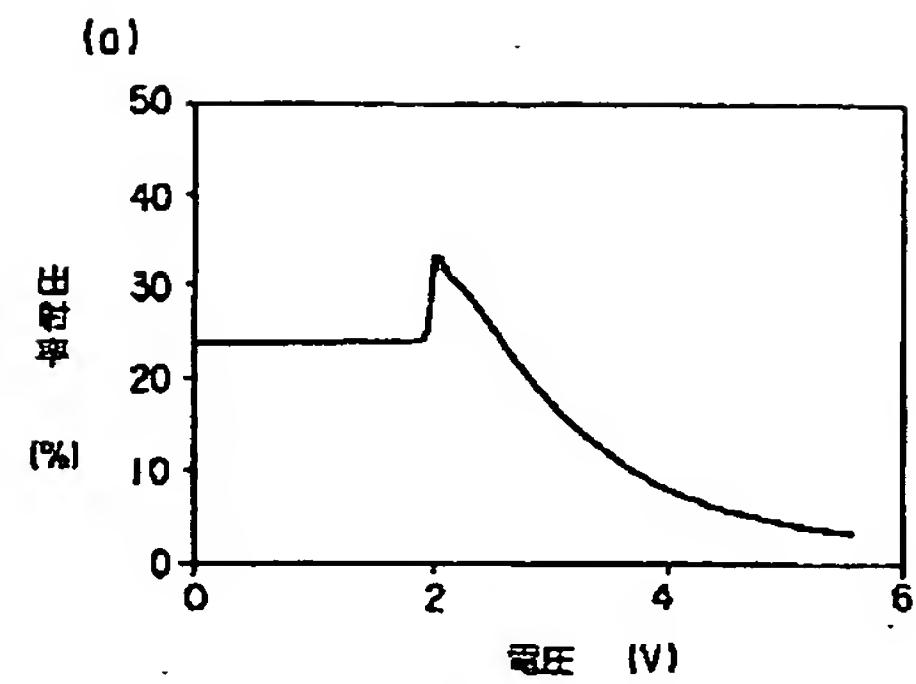
【図6】



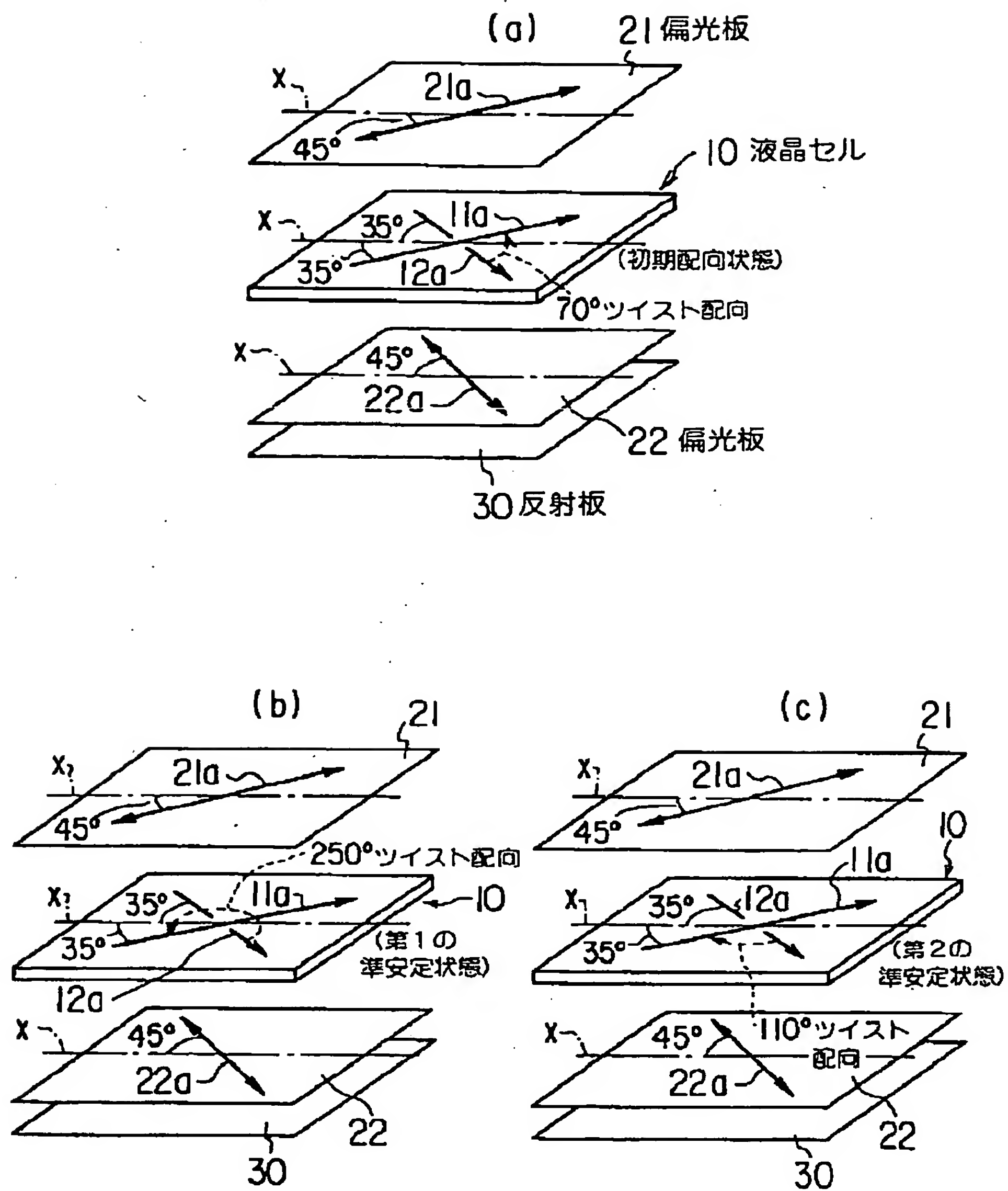
【図8】



【図10】



〔図9〕





【圖 11】

